COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 FÉVRIER 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** donne lecture de la Lettre suivante, annonçant à l'Académie la mort de M. *Jules Reiset,* Membre de la Section d'Économie rurale :

« Paris, ce 5 février 1896.

» Monsieur le Président,

» J'ai le pénible devoir de vous annoncer la mort de mon bien-aimé mari, M. Jules Reiset.

» J'obéis à ses sentiments en vous priant d'en informer ses Confrères et de saluer, une dernière fois, en son nom, l'Académie à laquelle il se faisait un si grand honneur d'appartenir.

» Recevez, Monsieur le Président, l'assurance de ma haute considération.

G. Reiset.

M. le **Président** ajoute :

« Le Confrère regretté auquel nous avons rendu avant-hier les derniers devoirs était un de ces hommes d'élite, charmant tous ceux qui l'appro-

chaient par la distinction de sa personne et la noblesse de son caractère : simple dans ses goûts, indépendant, sans autre ambition que d'être utile à la Science et à son pays, il a, loin du bruit, consacré sa vie à l'étude.

» Sa modestie avait par avance interdit les longs discours autour de son cercueil : les adieux que nous lui avons adressés, au nom de l'Académie, ont donc été simples comme sa vie; quelques paroles, prononcées avec émotion par notre Confrère, M. Duclaux, ont retracé, devant sa famille attendrie, les services rendus à la Science par M. Reiset. Dans ce tableau rapide de sa carrière, nous l'avons revu, appliquant tour à tour aux questions les plus délicates de la Chimie, aux problèmes les plus complexes de la Physiologie animale, son habileté consciencieuse et persévérante. Mais c'est surtout à l'Agronomie que M. Reiset a rendu les plus importants services : il n'a pas dédaigné, lui, chimiste et physicien expérimenté, collaborateur de Millon, de Regnault et de Pelouze, digne d'ambitionner les plus hautes satisfactions de la Science pure, d'aller modestement se faire agriculteur, d'installer son laboratoire au milieu de sa ferme et d'apporter à l'exploitation agricole, non des subtilités théoriques ou des réformes prétentieuses, mais ce jugement droit et sain que donnent la méthode scientifique et le contrôle incessant de l'expérience. Chaque élément, mis en œuvre par la pratique agricole, fut l'objet d'études longues et minutieuses : M. Reiset n'épargnait ni le temps, ni l'argent, ni la peine pour satisfaire, comme agronome, sa conscience de chimiste et de physicien.

» Aussi ce fut à l'unanimité des suffrages que, en 1884, l'Académie l'appela dans son sein : à l'heure présente, où il vient de nous quitter, c'est avec la même unanimité que l'Académie adresse à sa mémoire l'expression de ses plus sympathiques regrets. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude du carbure d'uranium.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Nous avons démontré précédemment que le carbone pouvait donner, avec les métaux, de nombreux composés parfaitement définis et cristallisés. Certains de ces carbures, tels que ceux de chrome C^2Cr^3 et CCr^4, de molybdène CMo^2, de titane CTi n'exercent aucune action sur l'eau à la température ordinaire. D'autres, au contraire, décomposent l'eau froide avec la plus grande facilité, en donnant un oxyde métallique et un carbure d'hydrogène gazeux. Les carbures alcalino-terreux, cristallisés, de

formule C^2R, préparés au four électrique, produisent ainsi de l'acétylène pur. Le carbure d'aluminium C^3Al^4 donne un dégagement lent de méthane. Récemment, M. Lebeau a démontré que le carbure de glucinium CGl^2 fournissait aussi par sa décomposition en présence de l'eau froide du gaz méthane pur ([1]).

» Mais, pour certains carbures métalliques, la décomposition par l'eau sera plus complexe, et la nature des carbures d'hydrogène obtenus, beaucoup plus variable. C'est ce qui ressort de l'étude du carbure d'uranium.

» *Carbure d'uranium.* — L'oxyde d'uranium préparé par l'industrie renferme comme impuretés une petite quantité de fer, et une proportion notable de métal alcalin. En réalité, c'est une combinaison variable d'oxyde d'urane avec la soude, la potasse ou l'ammoniaque.

» L'oxyde commercial est mis en solution dans l'acide nitrique pur, et le sel obtenu est soumis à deux cristallisations successives; les cristaux essorés sont mis en solution dans l'éther (méthode de Peligot) ([1]) et le mélange est distillé au bain-marie après avoir été additionné de son volume d'eau. Cette distillation s'effectue dans un appareil de verre. L'addition de l'eau a pour but d'éviter une réaction très vive qui se produit à la fin de l'opération, avec projection d'une partie du liquide, par suite d'un dégagement brusque de vapeurs rutilantes.

» La solution aqueuse d'azotate d'uranium est évaporée à siccité. Le résidu après calcination est entièrement formé d'oxyde jaune d'uranium. Une nouvelle calcination de deux heures au four Perrot l'amène à l'état d'oxyde vert que l'on utilise directement pour la préparation du carbure.

» *Préparation.* — L'oxyde vert d'uranium est mélangé avec du charbon de sucre en poudre fine dans les proportions suivantes :

Oxyde d'uranium..........................	500^{gr}
Charbon de sucre..........................	60^{gr}

» Le mélange (environ 800^{gr}), disposé dans un creuset de charbon, est chauffé au four électrique, pendant huit à dix minutes, avec un courant de 900 ampères et 50 volts. Cinq minutes environ après le début de l'expérience la réduction se produit et de brillantes étincelles s'échappent du four. Quelques minutes plus tard, les étincelles disparaissent, et il reste

(1) Peligot, *Recherches sur l'uranium* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. V, p. 7).

(2) Lebeau, *Sur un carbure de glucinium* (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 496).

dans le creuset le carbure d'uranium liquide qu'on laisse se solidifier et se refroidir dans le four électrique.

» *Propriétés.* — Ce carbure se présente sous forme de fragments denses, d'aspect métallique, à cassure cristalline rappelant la couleur du bismuth. Il est plus ou moins riche en graphite provenant en partie du carbone emprunté au creuset. Examinés au microscope, les fragments sont nettement cristallisés, réfléchissent vivement la lumière et présentent parfois des surfaces carrées, régulières. Sa densité, prise à 18° dans la benzine, est de 11,28.

» Sa dureté n'est pas très grande; il raye le verre et le cristal de roche et ne raye pas le corindon; frappé avec un corps dur, il fournit, comme l'uranium métallique, de brillantes étincelles. Pulvérisé au mortier d'agate, sans précautions, il prend feu et la combustion se continue.

» Le fluor, à froid, n'a pas d'action sur lui; mais, légèrement chauffé, il brûle dans ce gaz avec un vif éclat. Le chlore l'attaque à 350° avec incandescence, en fournissant un chlorure d'uranium volatil.

» Le brome réagit à 390° en produisant une faible incandescence. Enfin l'iode l'attaque sans incandescence au-dessous du rouge. Avec ce dernier corps simple, le carbure d'uranium fournit une masse agglomérée peu volatile, et qui est soluble dans l'eau, à laquelle elle donne une coloration verte.

» Le carbure d'uranium brûle avec éclat dans l'oxygène à 370°. La réaction, commencée en un point, se propage dans toute la masse, sans qu'il soit nécessaire de chauffer. Il se dégage en abondance de l'acide carbonique, et il reste un oxyde d'un noir violacé fournissant une trace verte sur la porcelaine. Avec l'azotate ou le chlorate de potassium en fusion, il se produit une vive incandescence avec formation d'uranate alcalin.

» Le carbure d'uranium brûle dans la vapeur de soufre avec incandescence à la température de fusion du verre. Il se produit du sulfure d'uranium et du sulfure de carbone.

» Le sélénium réagit à une température plus basse que le soufre. L'incandescence est assez vive, et il se produit un séléniure.

» L'azote attaque le carbure d'uranium à 1100°; mais la transformation en azoture n'est pas complète. Le résidu, traité par la potasse, dégage nettement de l'ammoniaque. A 370°, dans le bioxyde d'azote, le carbure d'uranium devient incandescent et laisse un résidu noir de composition complexe.

» Les acides chlorhydrique, sulfurique et azotique étendus l'attaquent

lentement à froid en fournissant une solution verte pour les premiers et jaune pour le dernier.

» Les acides concentrés, sauf l'acide nitrique, n'agissent que difficilement à froid. Au contraire, en chauffant, la décomposition est rapide.

» L'acide chlorhydrique gazeux réagit vers 600° avec incandescence. Il se produit un chlorure qui donne avec l'eau une solution brune instable. L'hydrogène sulfuré, à la même température, fournit un sulfure d'uranium.

» Le gaz ammoniac donne, au rouge, un azoture sans que la décomposition soit complète.

» Mais la réaction la plus curieuse que nous présente ce nouveau composé nous est fournie par son action sur l'eau.

» Lorsque l'on met des fragments de carbure d'uranium en présence de l'eau, à la température ordinaire, il se produit lentement un dégagement gazeux qui s'accélère, si la quantité d'eau est faible ou si la température augmente légèrement. Lorsque l'on opère à l'abri de l'air, il se fait en même temps un hydrate d'oxyde d'uranium de couleur verte. Au contact de l'air, cet oxyde prend une teinte d'un gris foncé presque noir.

» Le gaz dégagé par le carbure d'uranium n'est plus formé par un hydrogène carboné pur. Soumis à l'analyse, il nous a présenté la composition suivante :

	1.	2.
Acétylène	0,17	0,72
Éthylène	6,77	5,16
Méthane	78,05	80,60
Hydrogène	15,01	13,52

» On obtient donc ici un mélange complexe de carbures d'hydrogène gazeux et, si l'on totalise tout le carbone recueilli ainsi, d'un poids donné de carbure d'uranium, on s'aperçoit bien vite qu'il manque environ les deux tiers du poids du carbone qui est entré en combinaison avec l'uranium. La décomposition étant complète, nous fûmes alors conduit à épuiser par de l'éther pur l'eau qui avait été employée pour cette réaction. En reprenant cet éther et en le distillant nous avons obtenu tout notre carbone manquant sous forme d'un mélange abondant de carbures liquides et solides.

» Après évaporation de l'éther, le liquide a été distillé de 70° à 200°; il est resté dans l'appareil un résidu bitumineux. Le liquide distillé est riche en carbures d'hydrogène. Nous en poursuivons l'étude, mais nous pouvons indiquer déjà qu'il renferme des carbures non saturés, car il réduit le

nitrate d'argent ammoniaco-potassique en argentant avec facilité le tube à essai dans lequel se fait l'expérience.

» Cette réaction ne peut être attribuée à une aldéhyde, car ce liquide ne colore pas la fuchsine sulfureuse.

» La vapeur d'eau au rouge sombre décompose ce carbure avec incandescence en fournissant un oxyde noir et un dégagement d'acide carbonique.

» Analyse. — *Dosage du carbone total.* — Le carbone total a été dosé soit par attaque au chlore, soit par combustion directe.

» Les chiffres trouvés par la première méthode ont toujours été un peu forts; la combustion du carbone obtenu après l'attaque du chlore laissait un résidu de 2 à 3 pour 100.

» Les chiffres obtenus par ce procédé sont les suivants :

Carbure A.	1.	2.	3.	4.
Résidu après chlore puis calcination dans l'hydrogène	12,062	13,009	11,781	10,475
Résidu après combustion dans l'oxygène	2,670	3,036	2,382	1,550
Carbone brûlé (par diff.).	9,392	9,973	9,399	8,925

» En employant la deuxième méthode, le carbure brûle facilement et d'une façon complète en donnant de l'oxyde vert d'uranium et de l'acide carbonique. Ce procédé a l'avantage de donner sur le même échantillon la teneur en uranium.

» L'acide carbonique recueilli dans la potasse et pesé a donné :

Carbure A.	1.	2.	Carbure B.
Carbure total.........	8,67	9,02	8,38

» *Dosage du carbone combiné et du graphite.* — Le carbone combiné a été dosé par différence en retranchant le poids du graphite de celui du carbone total.

» Le graphite a été analysé :

» 1° Par attaque du carbone provenant du traitement au chlore, au moyen de l'acide azotique bouillant et pesé sur filtre taré :

	Carbure A.	Carbure C.		
Graphite............	1,3	1,1	1,2	1,08

» 2° Le carbure a été attaqué par l'acide chlorhydrique étendu bouillant, et le graphite recueilli sur un filtre taré ou sur du coton de verre. Dans ce dernier cas, il a été brûlé et pesé à l'état d'acide carbonique.

	Carbure A.	Carbure B.
Graphite (sur filtre taré)..........	1,6	»
Graphite (par combustion)........	1,58	1,6

» *Dosage de l'uranium.* — La méthode de précipitation de l'uranium par l'ammoniaque a fourni des chiffres un peu faibles; les meilleurs résultats ont été obtenus en brûlant directement le carbone dans l'oxygène et en pesant le résidu après calcination dans un courant d'hydrogène.

	Carbure A.			
	I.	II.	Carbure B.	Carbure C.
Uranium pour 100........	90,3	91,1	91,3	91,13

» *Dosage de l'azote.* — Les échantillons de carbures préparés au four électrique renfermaient tous une petite quantité d'azote facile à déceler au moyen de la potasse fondue. Cet azote a été dosé en volume par la méthode de Dumas.

Azote pour 100.................. 0,4 à 0,2

» *Calcium.* — Quelques échantillons, lorsque la chauffe a été trop prolongée, contenaient de 0,1 à 0,2 de calcium. Il est vraisemblable que c'est à ce calcium combiné à du carbone que nous devons le dégagement d'acétylène.

» En tenant compte du graphite et de l'azote, on obtient comme rapport entre les quantités de carbone combiné et d'uranium les nombres suivants :

	A_1.	A_2.	A_3.	Théorie.
Carbone combiné..............	7,6	7,5	6,9	6,97
Uranium......................	92,4	92,5	93,1	93,02

» Ce qui correspond à la formule C^3Ur^2 pour $Ur = 240$ et C^3Ur^4 pour $Ur = 120$.

» *Conclusions.* — En résumé, l'uranium chauffé au four électrique, en présence d'un excès de carbone, fournit un carbure défini et cristallisé de formule C^3Ur^2.

» Ce nouveau corps se décompose au contact de l'eau froide et donne environ le tiers de son carbone sous forme d'un carbure gazeux riche en méthane. L'autre partie du carbone produit un mélange de carbures liquides et solides et de matières bitumineuses. Il est vraisemblable que cette décomposition complexe tient à des phénomènes de polymérisation, analogues à ceux que M. Berthelot a décrits dans ses recherches sur la décomposition pyrogénée des carbures d'hydrogène.

» La présence de l'hydrogène dans le mélange gazeux peut être due, d'un autre côté, à l'action secondaire d'un oxyde d'uranium hydraté qui doit être un puissant réducteur. Peligot a démontré autrefois, en effet, que le protoxyde d'uranium anhydre était très avide d'oxygène puisqu'il était pyrophorique, et qu'il existait un sous-oxyde qui avait la propriété de décomposer l'eau.

» On voit donc par ces expériences que la décomposition de certains

carbures par l'eau froide peut être assez complexe. Cette réaction nous a semblé d'autant plus curieuse qu'elle permet d'obtenir les carbures d'hydrogène gazeux, liquides et solides, points de départ des composés organiques, par la simple action de l'eau à la température ordinaire sur un carbure métallique. »

MÉDECINE. — *Action des courants à haute fréquence sur les toxines bactériennes*. Note de MM. **d'Arsonval** et **Charrin**.

« Nous avons précédemment étudié l'action des diverses modalités de l'énergie électrique sur les microbes, nous avons poursuivi depuis cette étude en l'étendant aux toxines sécrétées par ces microrganismes. Cette Note a pour but de faire connaître les résultats auxquels nous sommes déjà arrivés dans cette voie nouvelle.

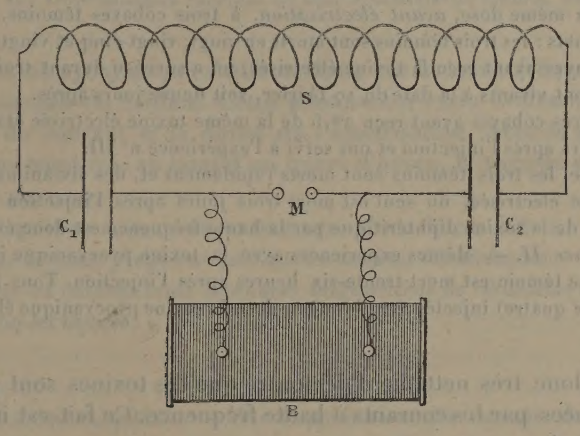
» Quelques essais ont été tentés dans le même sens, notamment par MM. Smirnoff et Kruger. Ces auteurs se sont bornés à employer une seule modalité électrique : *le courant continu*. Cette forme particulière de l'énergie électrique se prête très mal à une étude de la question, parce que le passage du courant continu à travers un liquide contenant des toxines bactériennes se complique forcément de phénomènes d'ordre chimique.

» Indépendamment des produits *polaires* de l'électrolyse, il y a dans l'espace interpolaire toute une série de décompositions et de combinaisons chimiques qu'engendre le transport des ions. Il est donc impossible, avec le courant continu, de faire la part qui revient exclusivement à l'électricité dans les phénomènes observés.

» Des expériences préliminaires que nous ne rapporterons pas ici, faites, d'une part, avec le courant continu et, d'autre part, avec le courant induit direct ou l'extra-courant d'une bobine, nous ont montré que les modifications imprimées aux toxines n'étaient nullement en rapport avec la *quantité* d'électricité les ayant traversées. Avec des courants induits, *toujours dirigés dans le même sens*, et s'accompagnant par conséquent d'électrolyse, le passage de 7 coulombs a produit des modifications plus profondes que celui de 78 coulombs provenant du courant continu. Cette expérience nous a donc clairement montré que l'ébranlement moléculaire produit par les décharges électriques provenant de la bobine était un agent modificateur infiniment plus actif que l'électrolyse.

» Pour éliminer toute action d'ordre électrolytique, c'est-à-dire d'ordre chimique, nous avons en conséquence été conduits à adopter la modalité électrique qui produit les ébranlements les plus rapides que l'on connaisse : *les courants alternatifs à haute fréquence*. Le dispositif employé est celui que M. d'Arsonval a signalé antérieurement à l'Académie dans une Note en date du 3 juillet 1893.

» L'appareil se compose, en principe, d'un transformateur B, à haut potentiel et basse fréquence, dont le secondaire est relié aux armatures intérieures de deux condensateurs C_1, C_2, reliés eux-mêmes à un déchargeur



à boules M. Les armatures extérieures de ces condensateurs sont reliées en cascade par un solénoïde S. Des extrémités du solénoïde partent deux fils de platine, qui amènent le courant à haute fréquence à un tube en U, en verre, qui contient la toxine. Ce tube est plongé lui-même dans un vase contenant de l'eau glacée, qui empêche tout échauffement du liquide pendant le passage du courant. La fréquence est, comme on le sait, fonction de la capacité conjuguée des condensateurs C_1, C_2 et de la self-induction du solénoïde S. Dans les expériences rapportées ci-dessous, la fréquence, calculée d'après la formule de Thomson, est de 225 000 oscillations par seconde.

» L'intensité *efficace* du courant traversant la toxine, mesurée au moyen d'un galvanomètre spécial ([1]), était de 0,75 ampères; et la densité *moyenne* du courant de 250 milliampères par centimètre carré. Ces chiffres ne don-

([1]) Voir ma Note à l'Académie en date du 15 juillet 1895. (D'Arsonval.)

nent que l'intensité *efficace* du courant; quant à l'intensité *initiale*, elle est infiniment supérieure et dépasse certainement 50 ampères.

» L'électricité passe donc à travers la toxine par *pulsations alternatives* extrêmement rapides et extrêmement intenses. Il est dès lors facile de comprendre de quelle puissance est ce branle-bas *totius substantiæ* imprimé la toxine.

» Voici le résultat de quelques-unes de nos expériences :

» *Expérience I.* — Nous avons soumis au courant de haute fréquence, pendant un quart d'heure, une toxine diphtéritique très active. Nous en avons injecté $2^{cc},5$ à trois cobayes, et la même dose, *avant électrisation*, à trois cobayes témoins. Le résultat a été des plus nets : les trois témoins sont morts en vingt, vingt-cinq et vingt-six heures. Des trois cobayes ayant reçu la toxine électrisée, un a survécu durant trois jours; les deux autres sont vivants à la date du 10 février, soit douze jours après.

» Trois autres cobayes ayant reçu $2^{cc},5$ de la même toxine électrisée étaient survivants sept jours après l'injection et ont servi à l'expérience n° III.

» En somme, les trois témoins sont morts rapidement et, des six animaux injectés avec la toxine électrisée, un seul est mort trois jours après l'injection seulement. L'atténuation de la toxine diphtéritique par la haute fréquence est donc évidente.

» *Expérience II.* — Mêmes expériences avec la toxine pyocyanique injectée à la dose de 3^{cc}. Le témoin est mort trente-six heures après l'injection. Tous les cobayes (au nombre de quatre) injectés avec la même dose de toxine pyocyanique électrisée ont survécu.

» Il est donc très nettement démontré que ces toxines sont profondément atténuées par les courants à haute fréquence. Ce fait est important, en ce sens qu'on peut espérer que cette atténuation pourra être faite *directement dans l'organisme malade*. Cette possibilité résulte de ce fait, mis en évidence par M. d'Arsonval, à savoir que le corps de l'homme peut être traversé par des courants de haute fréquence extrêmement puissants sans provoquer aucun phénomène douloureux ou moteur. Mais il y a plus. Non seulement ces toxines peuvent être atténuées par la haute fréquence, mais bien mieux, *après l'électrisation, elles deviennent des substances immunisantes, des vaccins*, comme le démontrent les expériences suivantes :

» *Expérience III.* — Le 3 février, on inocule $0^{cc},5$ de culture diphtéritique très active à trois cobayes ayant reçu il y a sept jours $2^{cc},5$ de toxine diphtéritique soumise à la haute fréquence (*Expérience I*). On inocule de même trois cobayes témoins. Le 5 février, deux témoins succombent; le troisième témoin meurt le 6 février. Le 7, un des trois cobayes vaccinés meurt également. Quant aux deux autres cobayes ils sont actuellement bien portants (10 février), sept jours après l'injection.

» Il est juste de remarquer que ces animaux ont été inoculés unique-

ment dans le but de juger de l'atténuation des toxines électrisées et non dans celui de vacciner ces animaux. Si nous avions, suivant la règle adoptée en pareil cas, procédé par doses minimes d'abord, puis progressivement croissantes, nous aurions sans doute réalisé une immunité plus complète.

» *Expérience IV.* — Trois cobayes ayant reçu depuis dix jours 3^{cc} de toxine pyocyanique électrisée sont inoculés avec 2^{cc} de culture pyocyanique vivante. On inocule de même deux cobayes témoins. Les témoins meurent l'un trente-six heures, l'autre quarante-huit heures après l'injection.

» Quant aux trois animaux vaccinés ils sont actuellement vivants, huit jours après l'injection.

» La toxine pyocyanique s'atténue donc par la haute fréquence comme celle du bacille de Löffler. Cette atténuation varie évidemment suivant l'énergie du courant et la durée de l'électrisation. Avec le courant que nous avons employé, au bout d'un quart d'heure, la toxicité est diminuée de moitié environ.

» Quoi qu'il en soit, nous pouvons conclure de ces faits :

» 1° *Que la haute fréquence atténue les toxines bactériennes;*

» 2° *Que les toxines ainsi atténuées augmentent la résistance des animaux auxquels on les injecte.* »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'application des rayons de Röntgen au diagnostic chirurgical.* Note de MM. **Lannelongue** et **Oudin**.

« La Communication que nous avons faite, il y a quinze jours, sur le même sujet, en appelait nécessairement d'autres. Il s'agit, en effet, maintenant de quitter le domaine de la main et de savoir dans quelle mesure les nouveaux rayons peuvent traverser les parties les plus épaisses du corps humain, pour montrer l'état des parties dures qui s'y trouvent. Nous avons pris la cuisse et le genou dans cette intention; c'est la première fois, croyons-nous, que la tentative était faite. Les deux sujets avaient eu d'ailleurs de longues maladies de cette région du corps, et il était intéressant de savoir si les diagnostics, qui avaient été soigneusement faits avant l'éclairage, trouveraient une confirmation éclatante.

» Le premier sujet est maintenant guéri d'une ostéo-arthrite du genou gauche, de nature tuberculeuse, ayant nécessité trois années de soins successifs soit en dehors de l'hôpital, soit à l'hôpital. Plusieurs opérations

avaient été pratiquées pour ouvrir des abcès tuberculeux communiquant avec la jointure, pour drainer le fémur, en faire le curage, en extraire des séquestres.

» La guérison aujourd'hui obtenue, le genou se présente dans les conditions suivantes, que je résume en quelques mots :

» L'extrémité inférieure du fémur est très volumineuse et tout à fait déformée. Son volume est au moins d'un tiers supérieur à celui du côté sain; les deux condyles sont réunis dans une masse unique condensée. Autour du fémur, les parties molles sont sclérosées, et les cicatrices qui s'y trouvent adhèrent à l'os.

» L'extrémité supérieure du tibia a conservé au contraire son volume normal, de telle sorte que l'épiphyse fémorale la déborde en arrière et en dedans, en arrière surtout, comme s'il y avait une véritable subluxation. La rotule se confond avec la masse fémoro-tibiale.

» Il existe une ankylose du genou dans l'extension et l'on doit se poser la question de savoir s'il n'y a pas une véritable soudure osseuse entre ces trois os. Je n'ai pas hésité à rejeter cette hypothèse pour admettre au contraire une ankylose fibreuse très serrée, principalement entre le fémur et le tibia.

» L'épreuve photographique, que je soumets à l'Académie, reproduit fidèlement les particularités précédentes. On y voit la silhouette de l'extrémité inférieure du fémur déformée et partiellement en contact avec le tibia; la partie postéro-interne déborde. Un intérêt particulier s'attache à l'interligne articulaire. Cet interligne apparaît en clair entre les os, sous la forme d'un espace vertical de moins d'un centimètre de largeur environ. Il succède à la ligne noire des os, mais non brusquement. Les limites de cet espace indiquent que les cartilages d'encroûtement ont disparu sur le fémur et sur le tibia, et qu'il n'y a qu'un intervalle de parties molles entre chaque épiphyse, intervalle élargi et homogène. Il est, selon toutes les probabilités, constitué par un tissu dense, fibreux et très serré, ainsi que cela semble résulter de l'absence de tout mouvement.

» La seconde photographie que nous présentons est celle de la cuisse d'un enfant de huit ans, qui a été atteint d'une ostéite de la diaphyse fémorale en même temps que l'épiphyse inférieure, elle aussi, était prise ainsi que l'articulation du genou. Il est aujourd'hui guéri et marche parfaitement bien. On a pris l'épreuve de la diaphyse fémorale seulement ; elle apparaît diminuée de volume, c'est-à-dire atrophiée. Il semble aussi qu'elle est moins foncée qu'elle devrait l'être, probablement parce qu'elle a subi

un certain degré de raréfaction. Son tissu compact paraît moins dense, moins épais.

» En résumé, l'examen par la nouvelle lumière n'a apporté aucun renseignement ayant passé inaperçu, mais il a été, de tous points, conforme aux indications fournies par la clinique. Chez le premier malade, il a donné la preuve de la disparition des cartilages et de la nature fibreuse de l'ankylose du genou. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Associations microbiennes et suppurations tuberculeuses;* par MM. **Lannelongue** et **Achard**.

« Les propriétés pyogènes du bacille de la tuberculose sont depuis longtemps démontrées par l'expérimentation. Néanmoins, dans la clinique humaine, un certain nombre d'auteurs semblent admettre que, dans la plupart des cas d'abcès tuberculeux, notamment dans les lésions suppuratives du squelette, des ganglions, du tissu cellulaire, la production du pus est l'œuvre de microcoques pyogènes, associés au bacille de Koch.

» En 1889, Pawlowsky ([1]) publia plusieurs cas de tuberculose articulaire, où le bacille de Koch était uni à des streptocoques et à des staphylocoques. Puis, au Congrès de la tuberculose, en 1891 ([2]), Babes insista sur la fréquence des microbes pyogènes et saprogènes dans les suppurations tuberculeuses; Verneuil et Beretta conclurent de leurs recherches que les abcès tuberculeux enflammés contiennent soit des streptocoques, soit, plus rarement, des staphylocoques, et ils émirent même l'opinion que ces microbes surajoutés pouvaient exercer une action utile, en entravant le développement du bacille de la tuberculose; Cornil déclara que le bacille de Koch ne produit de pus à lui seul que dans des cas assez rares, et que « le » plus souvent, dans les abcès froids d'origine ganglionnaire et osseuse, » il y a d'autres microbes, qui sont le plus ordinairement des staphylo- » coques, dans quelques cas des streptocoques ». En 1893, Dor ([3]) signala

([1]) A.-D. Pawlowsly, *Sur les formes mixtes de la tuberculose des articulations* (*Ann. de l'Institut Pasteur*, p. 526; 1889).

([2]) V. Babes, *Sur les associations bactériennes de la tuberculose* [*Congrès pour l'étude de la tuberculose*, p. 155; 29 juillet 1891). — A. Verneuil et Beretta, *Influence des associations microbiennes sur l'évolution des abcès froids* (*Ibid.*, p. 177). — Cornil, *Sur la suppuration des lésions tuberculeuses* (*Ibid.*, p. 179)].

([3]) Dor, *Présentation de pièces osseuses pathologiques expérimentales* (*Congrès français de Chirurgie*, p. 762; 8 avril 1893).

qu'il avait trouvé, dans des ganglions tuberculeux du cou, le microrganisme désigné par Passet sous le nom de *staphylococcus cereus flavus*. Pasquale ([1]), l'année suivante, publia aussi des cas d'infection streptococcique, combinée à l'infection tuberculeuse.

» La conclusion qui paraît se dégager de ces divers travaux, c'est que le bacille tuberculeux peut être associé à d'autres microbes dans les tuberculoses chirurgicales suppuratives, et que c'est particulièrement le cas lorsqu'il s'agit d'abcès froids enflammés. Mais plusieurs points restent dans l'ombre. D'abord la fréquence de ces associations microbiennes n'est pas précisée; de plus les auteurs négligent presque toujours de faire une distinction dont l'intérêt est pourtant capital et de mettre à part les cas dans lesquels les foyers tuberculeux dont ils ont examiné le contenu avaient subi déjà le contact de l'air, à la suite d'une ouverture spontanée ou opératoire. Il n'est d'ailleurs pas douteux qu'un certain nombre de faits visés par les recherches précédentes se rapportent à des lésions mises en communication avec l'extérieur; les cas de Pawlowsky notamment paraissent se rapporter tous à des tuberculoses ouvertes et fistuleuses.

» C'est ce qui nous a déterminés à entreprendre une nouvelle série de recherches, en distinguant les foyers ouverts des foyers fermés et en faisant la part, dans les foyers fermés, de ceux qui évoluent avec des phénomènes d'acuité.

» Dans 51 cas où le diagnostic clinique de tuberculose ne pouvait être discuté, les ensemencements ont été négatifs, bien qu'ils eussent été faits largement avec plusieurs gouttes de pus, sur les milieux ordinaires, quelquefois même à l'abri de l'air, en vue de la présence possible de germes anaérobies. Sur ces 51 cas, 14 fois la nature tuberculeuse des lésions a été vérifiée par l'inoculation au cobaye, et deux autres fois les sujets ont présenté les phénomènes de réaction sous l'influence de l'injection sous-cutanée de la tuberculine de Koch. Quant aux signes d'acuité, ils existaient 8 fois sur ces 51 suppurations dont le pus n'est pas cultivable.

» Les faits dans lesquels des microcoques pyogènes ont été rencontrés sont bien moins nombreux : il y en a 6, dont deux vérifiés par l'inoculation.

» Dans tous ces cas, on notait des phénomènes d'acuité. Le microbe associé était quatre fois le staphylocoque doré, 2 fois le streptocoque.

» Tous les cas précédents se rapportent à des foyers fermés. Les foyers

---

([1]) A. Pasquale, *Les streptocoques dans l'infection tuberculeuse* (*Congrès de Rome*).

tuberculeux ouverts, c'est-à-dire fistuleux ou ayant subi des opérations antérieures, nous ont constamment donné des cultures de microbes pyogènes associés : 2 fois le staphylocoque doré, 2 fois le streptocoque, 1 fois ces deux microbes et un bacille saprophyte. Ajoutons que dans l'un de ces cas, qui avait été traité par la méthode sclérogène, l'inoculation du pus au cobaye provoqua un abcès; mais, lorsqu'on tua l'animal au bout de 96 jours, on ne trouva aucune lésion tuberculeuse.

» Voici le relevé de ces diverses catégories de cas :

I. — Suppurations tuberculeuses; foyers fermés; pus non cultivable = 51 cas.

A. — *Diagnostic clinique de tuberculose* = 35 *cas.*

Lésions du squelette.	Sternum et côtes	2 cas	
	Mal de Pott	3	(dont 1 avec abcès enflammé)
	Bassin	1	
	Coxalgie	1	
	Fémur	5	(dont 1 avec abcès enflammé)
	Genou	1	
	Tibia	2	
	Cou-de-pied	1	(dont 1 à évolution aiguë)
	Pied	1	
	Coude	1	
	Radius	1	
	Poignet	1	
	Main	2	
Lésions des parties molles.	Tête	2	(dont 1 avec abcès enflammé)
	Paroi abdominale	1	
	Phlegmon de l'ombilic (péritonite tuberculeuse)	2	
	Gommes sous-cutanées	2	(dont 1 avec abcès enflammé)
	Ganglions du cou	5	(dont 2 avec abcès enflammé)
		35	(dont 7 avec des signes d'acuité)

B. — *Tuberculose vérifiée par l'inoculation au cobaye* = 14 *cas.*

Coxalgie	2 cas	
Fémur	1	
Tibia	2	
Os du pied	1	
Côtes	1	
Ganglions	5	(dont 1 à évolution aiguë)
Tuberculose d'un sac herniaire	1	
	14	(dont 1 avec des signes d'acuité)

C. — *Tuberculose avec réaction à la tuberculine de Koch* = 2 *cas.*

Coxalgie..........	1 cas
Genou...........	1
	2

II. — Suppurations tuberculeuses ; foyers fermés ; associations microbiennes = 6 cas.

A. — *Diagnostic clinique de tuberculose* = 4 *cas.*

Genou..................	1 cas	avec abcès enflammé	Staphylocoque doré
	1	à marche rapide	Streptocoque
Gomme tuberculeuse......	2	avec inflammation	Staphylocoque doré
	4	avec des signes d'acuité	

B. — *Tuberculose vérifiée par l'inoculation au cobaye* = 2 *cas.*

Côte.....	1 cas	avec inflammation	Staphylocoque doré
Fémur...	1	à marche rapide	Streptocoque
	2	avec des signes d'acuité	

III. — Suppurations tuberculeuses ; foyers ouverts = 5 cas.

Genou....................	2 cas	Streptocoque
	1	Staphylocoque doré
Coxalgie....................	1	Staphylocoque doré
Gomme tuberculeuse.........	1	Staphylocoque doré, streptocoque, bacille
	5	

» En somme, dans les faits que nous avons étudiés, l'association de microbes pyogènes au bacille tuberculeux a été la règle dans les foyers ouverts (5 fois sur 5) ; elle a été au contraire l'exception dans les foyers fermés (6 fois sur 57) et a toujours coïncidé en pareil cas avec des phénomènes d'acuité ; mais ces derniers phénomènes n'impliquent pas toujours la présence de microbes pyogènes surajoutés, puisqu'ils existaient dans quelques cas (8 fois) où le pus n'était point cultivable.

» Il est à remarquer que le débat que nous soulevons ici s'est produit dans des termes presque identiques à propos de la tuberculose pulmonaire. Un certain nombre d'auteurs ont admis que dans cette affection les accidents fébriles et les lésions pneumoniques et broncho-pneumoniques relevaient constamment de microbes surajoutés au bacille de Koch. Or les recherches récentes de M. Straus ont établi que les associations microbiennes peuvent faire défaut, et que le bacille tuberculeux possède à lui

seul le pouvoir de provoquer des symptômes fébriles et des lésions aiguës. »

GÉOLOGIE. — *Sur la structure du mont Joly, près Saint-Gervais (Haute-Savoie).* Note de MM. **Marcel Bertrand** et **Étienne Ritter.**

« Des courses communes entreprises cette année pour raccorder les observations faites dans les différentes parties de la feuille d'Albertville ([1]) nous ont permis de reconnaître dans le mont Joly, la montagne bien connue qui domine les bains de Saint-Gervais, une structure très intéressante et tout à fait inattendue. Cette montagne, formée du côté de Saint-Gervais, sur plus de 1000^m de hauteur, par une succession interminable de schistes noirs presque horizontaux, attribués au Lias, avait toujours passé pour une sorte d'îlot privilégié sur lequel les plissements n'avaient pas eu prise, et qui, grâce sans doute à la résistance de son substratum cristallin, avait échappé aux actions violentes qui bouleversaient les terrains voisins. D'après cette manière de voir, qui n'avait même pas semblé discutable aux nombreux observateurs qui nous ont précédés, le Lias du mont Joly nous offrirait la suite de ses diverses assises dans l'ordre même et à la place où elles se sont déposées. Or il se trouve au contraire que le mont Joly est précisément la région où les efforts et les déplacements de couches ont été poussés le plus loin; l'allure en apparence si tranquille de la montagne n'est qu'une illusion, due à cette sorte de « réarrangement des bancs » que l'un de nous a plusieurs fois signalée comme un des effets les plus curieux des plis couchés; au lieu d'une succession régulière, le mont Joly présente un véritable empilement de plis rabattus jusqu'à l'horizontale; dans une première étude, nous en avons compté jusqu'à quatre, c'est-à-dire qu'une même couche se retrouve jusqu'à six et sept fois à différents niveaux.

» Ce qui augmente encore l'intérêt de cette structure, c'est que, pour chacun de ces plis couchés superposés, on peut observer sans discontinuité le rattachement à *la partie droite* du pli; on peut suivre, en quelque sorte, chaque couche à partir du point où elle se dresse verticalement jusqu'à celui où elle s'étale et se déroule en une longue boucle horizontale. Toute part d'interprétation se trouve ainsi supprimée.

([1]) M. Ritter a étudié les bandes cristallines avec leur bordure sédimentaire, et M. Bertrand la partie comprise entre ces bandes et l'Isère.

» La série des massifs cristallins (massif des Enclaves, massif de Mirantin, massif du Grand-Mont) qui s'échelonnent au sud et à l'est de Beaufort est formée par une série de plis presque verticaux, légèrement inclinés vers l'ouest (voir la coupe); chacun d'eux présente en son centre des terrains cristallins, flanqués de part et d'autre de Houiller, de quartzites et cargneules du Trias, et quelquefois de Lias; l'une ou l'autre de ces assises est souvent amincie ou a même disparu par étirement. Tous ces plis se dirigent, en se serrant et se rapprochant de plus en plus, vers le col du mont Joly, tandis que les plis parallèles, situés plus à l'ouest, s'écartent du premier faisceau dans une direction nord-sud : le mont Joly s'élève précisément dans l'angle ouvert entre les deux faisceaux.

» En même temps que les plis s'écartent ainsi, ils s'abaissent en profondeur; le noyau, formé primitivement de terrains cristallins, ne montre plus en son centre, d'abord que le Houiller, puis plus loin que les quartzites ou même les cargneules du Trias. Au col du mont Joly, on a ainsi une alternance plusieurs fois répétée de Trias et de Lias; cette alternance n'avait pas été aperçue par Alphonse Favre, qui signale le col du mont Joly comme un point favorable pour y mesurer l'épaisseur de l'étage triasique.

» A partir de ce point, le Trias, facile à suivre même dans les prés gazonnés, marque les affleurements des têtes d'anticlinaux. Or, des cinq têtes d'anticlinaux qui affleurent ainsi près du col, deux continuent en ligne droite vers les Contamines et Saint-Gervais; les trois autres, au contraire, se détournent pour suivre à peu près trois courbes de niveau le long des flancs du mont Joly. Ces trois plis se couchent donc horizontalement, et si les deux autres semblent n'en pas faire autant, c'est que la partie correspondante en a été dénudée. Un lambeau appartenant à l'un d'eux semble pourtant avoir échappé et forme chapeau au sommet même du mont Joly.

» La coupe ci-jointe (*fig.* 1) résume les observations que nous venons de décrire; elle se compose en réalité [1] de deux coupes parallèles, l'une prise au sud dans la partie où les plis ne sont pas encore couchés, l'autre le long des crêtes du mont Joly, c'est-à-dire dans la partie où les plis laissent affleurer leur extrémité horizontale [2]. Ces deux parties sont

[1] Cette coupe n'est qu'une coupe un peu schématique. M. Ritter a déjà commencé et continuera l'an prochain les courses nécessaires pour en relever tous les détails et pour l'étendre à tout le massif.

[2] Cette dernière partie n'est pas tout à fait normale à la direction des plis; la longueur apparente du déroulement est ainsi un peu augmentée. Mais nous avons dû nous résigner à cet inconvénient, pour faciliter le raccordement entre les deux coupes superposées et pour ne pas sortir des parties déjà observées.

superposées, et raccordées en pointillé par le dessin des mêmes couches, tel qu'il est visible au col du mont Joly. On obtient ainsi une même coupe

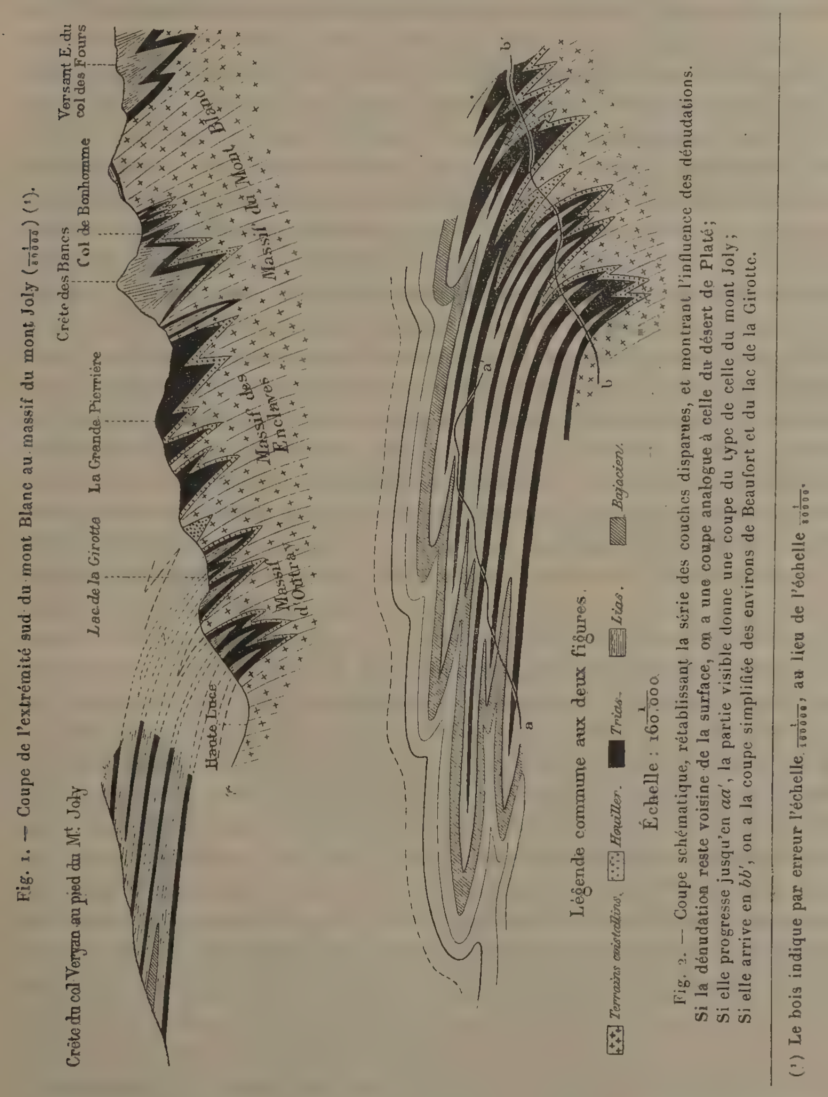


Fig. 1. — Coupe de l'extrémité sud du mont Blanc au massif du mont Joly ($\frac{1}{80000}$) ([1]).

Fig. 2. — Coupe schématique, rétablissant la série des couches disparues, et montrant l'influence des dénudations.
Si la dénudation reste voisine de la surface, on a une coupe analogue à celle du désert de Platé;
Si elle progresse jusqu'en aa', la partie visible donne une coupe du type de celle du mont Joly;
Si elle arrive en bb', on a la coupe simplifiée des environs de Beaufort et du lac de la Girotte.

([1]) Le bois indique par erreur l'échelle $\frac{1}{100000}$, au lieu de l'échelle $\frac{1}{80000}$.

qui, en réunissant sur un même plan ce qui est visible au sud dans la partie très dénudée et ce qui est visible au nord dans la partie moins dénudée,

permet d'embrasser d'un coup d'œil l'ensemble du phénomène. Nous avons prolongé la coupe à l'est jusqu'à l'extrémité du mont Blanc (col du Bonhomme), d'abord pour la rattacher géographiquement à une région connue de tous, et ensuite pour montrer la pénétration bien visible des terrains cristallins (souvent en bandes de quelques mètres à peine d'épaisseur) dans le noyau de chacun des plis, étonnamment serrés, qui forment l'extrémité du massif du mont Blanc.

» On n'a pas encore, croyons-nous, signalé d'exemple aussi net de série de plis couchés, distincts et superposés. En effet, si l'on y réfléchit, on comprend qu'une pareille superposition, pour être visible, exige des conditions toutes particulières : dans le cas où rien n'a protégé le sol contre les agents de dénudation, partout même où celle-ci a atteint sa valeur moyenne, la partie horizontale des plis a disparu; c'est ce qui a lieu plus au sud. Si un affaissement local a atténué l'action des dénudations, il arrivera, au contraire, que les plis resteront masqués en profondeur, qu'un seul sera visible, ou même que rien ne décèlera leur existence; c'est ce dernier cas qui se trouve probablement réalisé plus au nord, de l'autre côté l'Arve, dans le massif de Platé : en face du faisceau de plis couchés du mont Joly les coupes de M. Haug ne montrent plus qu'une série unique de couches horizontales, couronnée par une large table d'Éocène, faiblement ondulée, qui s'abaisse lentement vers l'ouest par une série de plis relativement peu importants, comme celui de la cascade d'Arpenaz. Plus au nord, la même bande de terrain se relève et la dénudation a alors fait apparaître le grand pli de la Dent-du-Midi, si bien étudié par M. Schardt. Entre ces deux S gigantesques (simples ou doubles) que montrent ainsi, de part et d'autre, la Dent-du-Midi et le mont Joly, les boucles de plusieurs kilomètres de développement horizontal sembleraient donc se réduire à des sinuosités insignifiantes; il y aurait là une discontinuité flagrante, et, on peut le dire, inadmissible, dans la propagation d'un même phénomene. Il paraît plus naturel de supposer, comme le montre la *fig.* 2, que ces apparences différentes sont dues à l'état plus ou moins avancé des dénudations; les boucles continueraieut bien dans l'intervalle, mais elles resteraient masquées en profondeur, et ce que peuvent en montrer les profondes vallées transversales, comme celle de l'Arve [1] ou celle du Fer-à-Cheval, est difficile à apercevoir et encore plus à interpréter, par

---

[1] La coupe de la vallée de l'Arve, telle que l'a donnée M. Haug, semble bien clairement, quoique l'auteur l'ait interprétée autrement, montrer la continuation des mêmes phénomènes.

suite de l'isolement de ces parties. Mais, qu'on suppose rétablis, au-dessous et à côté des assises bajociennes du mont Joly, les 1000^m ou 1500^m de terrains plus récents qui y ont certainement existé ([1]), on verra que les échancrures des plis successifs iront progressivement en se remplissant et en s'atténuant, de sorte que le contour des dernières couches donnera précisément un dessin analogue à celui qu'on observe à Platé.

» La coupe du mont Joly a donc une grande importance pour l'interprétation des régions voisines; elle pourra aussi servir au moins d'argument indirect dans la discussion, toujours ouverte, de l'origine des *Klippen*, spécialement pour la plus voisine, celle de la montagne de Sullens. Mais, ce qu'il faut surtout en retenir, c'est que l'état *actuel* des Alpes ne peut nous donner qu'une idée prodigieusement affaiblie des déplacements horizontaux qui en ont accompagné la formation; presque partout, sans doute, pour se figurer l'état et la forme des plis avant les dénudations, ce n'est pas *au-dessus* du noyau conservé, et à une plus grande hauteur qu'il faudrait en chercher la continuation; c'est *en avant* de ce noyau, c'est-à-dire vers l'extérieur de la chaîne, et sous forme de grandes boucles horizontales, emboîtées les unes dans les autres, et atténuant ainsi, de plus en plus, leurs sinuosités concentriques. Les grands plis couchés n'apparaissent, au moins avec tout leur développement, que quand la dénudation les a suffisamment entamés, et ils disparaissent quand la dénudation progresse davantage. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la campholide, produit de réduction de l'anhydride camphorique.* Note de M. A. Haller.

« Plusieurs tentatives ont été faites en vue de réduire l'acide camphorique, soit par l'amalgame de sodium, soit par le zinc et l'acide acétique; elles ont toutes échoué. MM. Hasselhalle et Winzer ([2]) ont de leur côté essayé, sans succès, de réduire l'anhydride camphorique, au moyen du zinc

([1]) Le problème, il est vrai, n'est pas rigoureusement déterminé; le profil obtenu varierait suivant la nature des déformations et des étirements admis pour chaque couche; mais il est naturel de supposer que les efforts ont été en s'atténuant près de l'ancienne surface du sol; il est nécessaire alors que chacune des couches successives entre de moins en moins profondément dans les anfractuosités trop étroites ouvertes entre les replis des couches plus anciennes.

([2]) *Annalen der Chemie*, t. CCXLIII, p. 251.

et de l'acide acétique cristallisable. Nous-même avions fait des essais avec les réducteurs les plus variés sur l'acide camphorique, avant d'entreprendre ceux qui font l'objet de cette Note.

» Par leur fonction, l'acide et l'anhydride camphorique se rapprochent, dans une certaine mesure, des acides et anhydrides orthophtalique et succinique, et jusque dans ces dernières années la plupart des auteurs leur attribuaient une constitution qui fût en harmonie avec ces analogies. Nous verrons dans la suite qu'un certain nombre de faits militent en faveur d'une hypothèse qui rattache cet acide au groupe glutarique.

» *Campholide* $C^{10}H^{16}O^2$. — Ce corps prend naissance quand on réduit, par de l'amalgame de sodium à 5 pour 100, une solution alcoolique d'anhydride camphorique, maintenue acide au moyen de l'acide sulfurique étendu. La réduction peut se faire au sein de l'alcool méthylique ou de l'alcool éthylique, à froid ou à chaud. Dans le premier cas, elle exige plusieurs semaines; dans le second, elle peut se faire en quelques jours. Il importe que, pendant toute la durée de la réduction, la liqueur soit acide, l'amalgame de sodium donnant, en solution neutre, de l'alcoolate de sodium qui convertit l'anhydride camphorique en sel de soude de l'éther acide.

» On essore de temps à autre, pour séparer le sulfate de soude et pour s'assurer que tout l'anhydride est transformé; puis, vers la fin de l'opération, on laisse la réduction se terminer sans addition d'acide, de façon que le liquide soit manifestement alcalin.

» Cette précaution a pour but de fixer la campholide sous la forme de sel de soude et d'empêcher qu'elle ne soit entraînée par les vapeurs d'alcool

$$C^8H^{14}\begin{matrix}\diagup CH^2 \diagdown \\ \diagdown CO \diagup\end{matrix}O + NaHO = C^8H^{14}\begin{matrix}\diagup CH^2OH \\ \diagdown COONa.\end{matrix}$$

» On filtre une dernière fois, on distille l'alcool et l'on traite le résidu, fortement alcalin, par de l'eau.

» Quand la réduction s'est bien effectuée, il arrive que cette addition d'eau détermine la précipitation d'une huile qu'on recueille, qu'on lave avec du carbonate de soude et qu'on dissout dans l'éther. L'évaporation du solvant fournit un corps huileux, au sein duquel se déposent des cristaux pennés, qui sont essorés et purifiés par cristallisation dans l'éther.

» Dans la plupart des cas, le résidu alcalin obtenu par distillation de l'alcool ne précipite pas par l'eau. On le traite alors par un acide, qui précipite la campholide en même temps que l'éther camphorique acide. On enlève ces produits avec de l'éther et l'on agite la solution éthérée avec du carbonate de soude, pour enlever la totalité du camphorate acide d'éthyle ou de méthyle. Après décantation, on obtient, par évaporation de la liqueur éthérée, la même huile que plus haut, au sein de laquelle se déposent des cristaux blancs de campholide.

» Le faible rendement (1 à 4 pour 100 de l'anhydride employée) nous

a fait craindre que la formation de la campholide ne fût due à une impureté de l'anhydride employée. Avant de la soumettre à la réduction, celle-ci fut, au préalable, purifiée par une série de cristallisations dans le benzène jusqu'à point de fusion constant, de 216°.

» La formation de la campholide n'est également pas due à l'action réductrice de l'amalgame de sodium sur les camphorates acides de méthyle et d'éthyle qui prennent naissance dans la réaction. Des essais directs, faits sur ces éthers purs et cristallisés, n'ont pas fourni trace de campholide.

» Enfin, pour éviter l'action éthérifiante de l'acide sulfurique en présence de l'alcool, nous avons tenté de réduire une solution alcoolique d'anhydride camphorique au moyen de l'amalgame d'aluminium. Soit que l'amalgame employé ne fût pas assez riche en aluminium, soit que nous n'ayons pas opéré sur des quantités assez considérables, l'essai ne donna que de petites quantités d'huile au sein de laquelle se sont déposés quelques cristaux ayant l'apparence de ceux de la campholide.

» Nous nous proposons, d'ailleurs, pour nous procurer une plus grande quantité de cette lactone, d'opérer la réduction du chlorure de camphoryle.

» *Propriétés.* — La campholide se présente sous la forme de cristaux blancs très ténus, ayant l'aspect de fougères, et possédant une odeur manifestement camphrée. Sa saveur est chaude, brûlante et rappelle à la fois celle du camphre et du bornéol. Elle est un peu soluble dans l'eau et se dissout en toutes proportions dans l'alcool, l'éther, le benzène, l'éther de pétrole et la plupart des solvants organiques.

» Elle fond à 210° (211° corr.) et se sublime facilement à la manière du camphre. Ses solutions sont sans action sur la lumière polarisée.

» L'analyse répond à la formule $C^{10}H^{16}O^2$ [1].

» Le *sel de potasse* s'obtient en chauffant la campholide avec une solution alcoolique de potasse, évaporant à siccité en présence du carbonate d'ammoniaque et épuisant le résidu par de l'alcool. La liqueur alcoolique, évaporée dans le vide, donne une masse hygroscopique presque neutre, mais qui s'alcalinise davantage quand on la dissout dans l'eau. La solution se trouble en outre avec mise en liberté du campholide.

» Les solutions alcalines de l'acide alcool $C^8H^{14}\langle{}^{CH^2OH}_{COOH}$ se comportent donc

---

[1] Deux déterminations hygroscopiques, au sein du benzène, d'après la méthode de M. Raoult, ont conduit aux poids moléculaires :

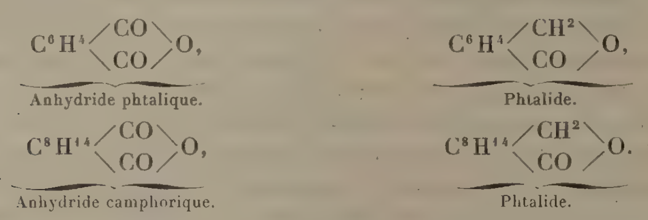
Trouvé.	Théorie.
161,4 et 163,9	168

comme beaucoup d'acides alcools du même genre; en particulier, comme le carbinol de l'acide triphénylméthane orthocarbonique et quelques éthers de la phénolphtaléine.

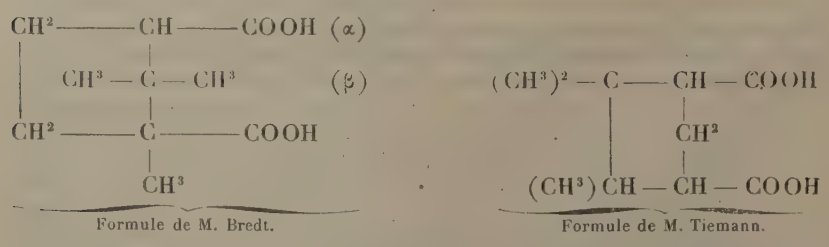
» Le *sel de cuivre* a été obtenu par double décomposition et constitue un précipité verdâtre, insoluble dans l'eau et l'alcool, mais soluble dans l'ammoniaque, d'où il cristallise lentement en petits grains durs et verdâtres répondant à la formule $(C^{10}H^{17}O^3)^2Cu$.

» *Action du permanganate de potasse sur la campholide.* — Oxydée à chaud au moyen d'une solution à 2 pour 100 de permanganate de potasse, la campholide se convertit en acide camphorique, qui a été caractérisé par sa transformation en anhydride camphorique.

» De l'ensemble de ces réactions, il est permis de conclure que la campholide présente vis-à-vis de l'anhydride camphorique les mêmes rapports que la phtalide vis-à-vis de l'anhydride phtalique.



» Hàtons-nous d'ajouter que ces relations n'impliquent pas que la campholide est une γ-lactone, ou olide 1,4, comme l'est la phtalide. Ainsi que nous l'avons fait remarquer plus haut, pour un ensemble de faits connus et de raisons que nous nous proposons d'exposer prochainement, nous sommes plutôt porté à la considérer comme une olide 1,5, dérivée d'un acide dans lequel les deux groupements carboxyles sont séparés par trois atomes de carbone. Les deux formules préconisées par M. Bredt et M. Tiemann remplissent ces conditions :



» Bien entendu, nous n'avons ici en vue que le groupement glutarique et nous sommes loin de considérer l'une ou l'autre des deux formules comme fixant définitivement la constitution de l'acide campho-

rique. Nous donnons cependant nos préférences à la formule de M. Bredt, parce qu'elle renferme un groupe carboxyle attaché à un atome de carbone, uni d'une part à CH^3 et, d'autre part, à $CH^3 - \underset{|}{C} - CH^3$. Cette constitution présente *quelque analogie* avec celle de l'acide mésitylénique dont l'éthérification est si laborieuse, comme l'ont montré les recherches de M. V. Meyer. Or on sait, depuis les recherches de M. Friedel, combien il est difficile d'éthérifier totalement l'acide camphorique dans les conditions ordinaires. On obtient toujours, en majeure partie, un éther acide, qui dans ce cas serait l'éther α.

» Outre l'intérêt que présente la campholide comme analogue de la phtalide, elle en possède un autre plus important. Quand on la chauffe à 230°-240° avec du cyanure de potassium pur et sec, on obtient environ 60 pour 100 de la quantité théorique d'*acide cyanocampholique* qui se trouve être identique, comme aspect extérieur et comme point de fusion, à l'acide décrit par M. Minguin ([1]). Or on sait que cet acide fournit par saponification de l'acide hydroxycamphocarbonique ou homocamphorique, dont le sel de plomb donne, par calcination, du camphre, comme je l'ai démontré dès 1887 ([2]). Cette expérience vient d'être répétée sur le sel de chaux par MM. Bredt et Rosenberg qui n'ont sans doute pas eu connaissance de la Conférence que je viens de signaler. Dans une prochaine Communication, nous exposerons nos nouveaux résultats et nous montrerons quelles sont les différentes étapes qui nous ont permis de passer de l'acide camphorique au camphre.

» Sous le nom de *campholide*, M. Martin Onslow Forster vient de décrire, dans le dernier fascicule du *Journal of the Chemical Society* (janvier 1896, p. 55), un composé $C^{10}H^{16}O^2$, obtenu par transposition moléculaire d'un acide α-monobromocamphrénique $C^{10}H^{15}BrO^2$ en monobromocampholide et réduction de celle-ci en campholide $C^{10}H^{16}O^2$. Ce composé diffère du nôtre par son point de fusion, qui est situé entre 176° et 177°, et par la faculté qu'il possède de fournir un alcool fondant à 179° et répondant à la formule $C^{10}H^{18}O^3$. Nous avons vu plus haut que notre campholide se lactonise aussitôt qu'elle est mise en liberté. Le corps de M. Forster n'a donc qu'une analogie de composition avec le nôtre. »

([1]) Thèse de la Faculté des Sciences de Paris; p. 11; 1893.

([2]) Conférence faite à la Société chimique, le 2 juin 1887; *Revue scientifique*, octobre 1887.

M. **Daubrée** fait hommage à l'Académie d'une Notice : *Copernic et les découvertes géographiques de son temps,* dans laquelle il fait ressortir, au moyen de divers documents empruntés à la vie du grand astronome, d'après la publication de cartes et de planisphères qui se faisait sous ses yeux et d'après la déclaration formelle de Copernic, combien le surprenant voyage de Colomb a eu d'influence sur l'immortelle conception du système planétaire. La découverte faite sur notre globe s'est, en quelque sorte, réfléchie dans les profondeurs du Ciel.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. l'abbé **Leray** soumet au jugement de l'Académie une Note « Sur quelques phénomènes d'induction électrostatique ».

L'auteur se propose de faire ressortir les analogies qui existent entre les phénomènes d'induction électrostatique et les phénomènes d'induction électrodynamique. Il décrit un certain nombre d'expériences, qu'il se propose d'ailleurs de poursuivre, et qui lui paraissent éclairer ces phénomènes d'un jour nouveau.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Lippmann.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un opuscule de M. *Herbert Spencer*, intitulé « Le principe de l'évolution, réponse à lord Salisbury ». (Extrait du *Journal des Économistes*, numéro du 5 décembre 1895). (Présenté par M. Edmond Perrier.)

NOMOGRAPHIE. — *Abaque de l'équation des marées diurnes et semi-diurnes.* Note de M. **Maurice d'Ocagne**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« L'équation des marées diurnes et semi-diurnes peut s'écrire

$$h = \cos 2\theta + k \cos(\theta - \alpha), \tag{1}$$

où h (à un coefficient numérique près) représente la hauteur, θ l'heure

réduite en angle, k et α des paramètres qui varient avec le lieu et l'époque.

» On aura donc une représentation de la somme des ondes diurnes et semi-diurnes, pour tous les lieux et à toutes les époques, si l'on construit un abaque de l'équation (1). Comme on doit pouvoir prendre pour inconnue soit h soit θ, la seule méthode applicable, en l'espèce, est celle des *points doublement isoplèthes* [1].

» Désignant par u et v des coordonnées parallèles de droites, comptées sur deux axes parallèles Au et Bv, nous poserons [2]

$$u = \frac{h}{2}, \qquad v = k. \tag{2}$$

» L'élimination de h et k entre (1) et (2) donne

$$2u - v\cos(\theta - \alpha) - \cos 2\theta = 0, \tag{3}$$

équation qui définit un système de points doublement isoplèthes en α et θ.

» Afin de séparer les courbes (α) des courbes (θ) de ce système, rapportons le point (α, θ) au système cartésien formé par la droite AB prise pour axe des x et la parallèle à Au et Bv, menée par le milieu O de AB, prise pour axe des y. En prenant OB pour unité de longueur sur Ox, on a [3]

$$x = -\frac{2 + \cos(\theta - \alpha)}{2 - \cos(\theta - \alpha)}, \qquad y = \frac{\cos 2\theta}{2 - \cos(\theta - \alpha)}. \tag{4}$$

» L'élimination de α entre ces équations donne pour les isoplèthes (θ)

$$x \cos 2\theta + 4y - \cos 2\theta = 0. \tag{5}$$

» Ce sont des droites qui concourent au point $x = 1$, $y = 0$.

---

(1) Voir notre *Nomographie*, Chap. VI (Gauthier-Villars; 1891). La méthode des abaques hexagonaux permettrait de construire un abaque de l'équation (1), au moyen duquel, k et α étant donnés, on pourrait calculer h en fonction de θ, mais non pas θ en fonction de h, et qui ne se prêterait pas, comme celui que nous décrivons ici, à la détermination des hautes et des basses mers. En effet, sur cet abaque hexagonal, la variable θ entrerait dans *deux* des trois échelles.

(2) Il semble plus naturel de poser $u = h$, $v = k$. Mais, dans ce cas, le dénominateur des formules (4) serait remplacé par $1 - \cos(\theta - \alpha)$. Ce dénominateur s'annulant pour $\theta - \alpha = 0$, l'abaque s'étendrait jusqu'à l'infini. Le choix de la première équation (2) a donc pour but de le faire rentrer dans des limites finies. Cet artifice se trouve, pour le principe, indiqué au n° 48 de notre *Nomographie*.

(3) *Nomographie*, n° 28.

» L'élimination de θ donne pour les isoplèthes (α)

$$(6)\qquad \left\{\begin{aligned}&(x-1)^2\left[(x-1)^2-4y^2\right]\sin^2 2\alpha\\ &\quad-\left[8(x+1)^2-4y(x-1)\cos 2\alpha-(x-1)^2\right]^2=0.\end{aligned}\right.$$

» Ce sont des quartiques inscrites dans le quadrilatère formé par les droites

$$x=-3,\qquad x=-\tfrac{1}{3},\qquad x+4y-1=0,\qquad x-4y-1=0.$$

» Mais il est inutile de recourir à leur équation (6) pour les construire. Une fois les droites (θ) tracées, il suffit, pour une certaine valeur attribuée à α, de calculer, au moyen de la première formule (4), les x répondant aux diverses valeurs de θ, ce qui donne les points de la courbe (α) correspondante sur les diverses droites (θ).

» En résumé, l'abaque se composera des *points* (h) sur Au et des *points* (k) sur Bv, définis par les équations (2), des *droites* (θ) définies par l'équation (5) et des *courbes* (α) dont la construction vient d'être indiquée, et tout système de valeurs de h, k, θ, α satisfaisant à l'équation (1) sera tel que *la droite joignant le point* (h) *au point* (k) *passera par le point de rencontre de la droite* (θ) *et de la courbe* (α). On pourra ainsi obtenir l'une quelconque des quatre quantités connaissant les trois autres.

» Pour avoir les hautes et les basses mers on mènera du point (k) les tangentes à la courbe (α). Les points (h) situés sur ces tangentes feront connaître les hauteurs correspondantes et les droites (θ) passant par les points de contact, les heures.

» *Remarque.* — Si l'on se reporte à l'équation (6) on voit que les isoplèthes (α), $(\pi-\alpha)$, $(\alpha+\pi)$ et $(2\pi-\alpha)$ coïncident dans toute leur étendue. Les courbes (α) comporteraient donc une quadruple graduation. Mais il faut remarquer que si, dans les équations (4), on remplace à la fois α par $\pi-\alpha$, $\alpha+\pi$ ou $2\pi-\alpha$, et θ par $\pi-\theta$, $\theta+\pi$ ou $2\pi-\theta$, les valeurs de x et de y ne changent pas. On peut donc se contenter de considérer les isoplèthes (α) pour les valeurs de α variant de 0 à $\frac{\pi}{2}$, moyennant la modification voulue dans la lecture de θ.

» L'équation (5) montre de même que les droites (θ) doivent porter une quadruple graduation $(\theta,\ \pi-\theta,\ \theta+\pi,\ 2\pi-\theta)$. Puisque l'artifice proposé pour les courbes (α) suppose que θ peut varier de 0 à 2π, il ne saurait être question de renouveler son application pour les droites (θ). On se trouve ainsi amené à substituer à l'abaque unique dont il a été parlé jusqu'ici 4 abaques correspondant respectivement à θ variant de 0 à $\frac{\pi}{2}$, de $\frac{\pi}{2}$ à π, de π à $\frac{3\pi}{2}$ et de $\frac{3\pi}{2}$ à 2π. Sur chacun de ces abaques toute

courbe (α) ne figurera que pour son arc répondant aux valeurs de θ comprises entre les limites correspondantes. De cette façon se trouve supprimée l'ambiguïté provenant de la distinction à faire sur l'abaque unique entre les quatre points où la courbe (α) est rencontrée par la droite portant à la fois les quatre cotes (θ), ($\pi-\theta$), ($\theta+\pi$), ($2\pi-\theta$). »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces à lignes de courbure sphériques.* Note de M. E. Blutel, présentée par M. Darboux.

« Imaginons une surface Σ_0 admettant un système de lignes de courbure sphériques et supposons cette surface rapportée à ses lignes de courbure S et S′, les courbes S_1 ($\beta=$ const.) étant les lignes sphériques. La représentation sphérique de cette surface ramène l'élément linéaire de la sphère de rayon 1 à la forme

$$ds^2 = A^2\,d\alpha^2 + C^2\,d\beta^2,$$

en appelant c, c', c'' les cosinus directeurs de la normale à Σ_0 en un point M et posant

$$A^2 = S\left(\frac{\partial c}{\partial \alpha}\right)^2, \qquad C^2 = S\left(\frac{\partial c}{\partial \beta}\right)^2, \qquad S\frac{\partial c}{\partial \alpha}\frac{\partial c}{\partial \beta} = 0.$$

» Appelons encore ρ et ρ' les rayons de courbure principaux de la surface Σ_0 au point M. On peut démontrer la proposition suivante :

» I. *Lorsque le point* M *décrit une ligne de première courbure sphérique* S, *le rayon de seconde courbure* ρ' *varie proportionnellement à la distance du centre de seconde courbure à un plan* P *variable seulement avec* S.

» Cette remarque entraîne pour la surface Σ_0 une autre propriété qui s'énonce ainsi :

» II. *Lorsque le point* M *décrit une ligne de première courbure sphérique* S, *le centre de seconde courbure se déplace sur une surface du second degré de révolution circonscrite à une sphère qui est elle-même inscrite dans la développable normale à* Σ_0 *suivant* S.

» Cette seconde proposition comporte comme cas particuliers des propriétés déjà étudiées par différents auteurs sur certaines catégories de surfaces à lignes de courbure planes ou sphériques.

» On en déduit aussi que, si les lignes S sont algébriques, il en est de même pour les courbes lieux des centres de seconde courbure.

» L'étude de la propriété (I) conduit à vérifier que le réseau sphérique

correspondant aux lignes de courbure satisfait à une équation de la forme

$$(1)\qquad b(\beta)c + b_1(\beta)c' + b_2(\beta)c'' + b_3(\beta) = b_4(\beta)\mathrm{C},$$

laquelle est susceptible d'une interprétation géométrique relativement au réseau tracé sur la sphère de rayon 1.

» Réciproquement, on peut établir que toutes les surfaces admettant pour représentation sphérique un réseau qui vérifie la relation (1) possèdent également la propriété (I) et que, parmi ces surfaces, il y en a une infinité dépendant d'une fonction arbitraire et qui admettent un système de lignes de courbure sphériques. On démontre ainsi que :

» *La propriété* (I) *convient à toutes les surfaces* Σ *ayant même représentation sphérique qu'une surface* Σ_0 *à lignes de courbure sphériques et que ces surfaces* Σ *sont les seules possédant cette propriété* (I).

» Cela conduit également à la détermination des réseaux sphériques orthogonaux qui satisfont à une relation de la forme (1). Remarquons encore que cette relation est de la forme de celles étudiées par M. Goursat (*Comptes rendus*, 27 janvier 1896). Il était alors intéressant de chercher tous les réseaux sphériques (T) qui satisfont à la fois aux relations

$$(2)\qquad a(\alpha)c + a_1(\alpha)c' + a_2(\alpha)c'' + a_3(\alpha) = a_4(\alpha)\mathrm{A},$$

$$(3)\qquad b(\beta)c + b_1(\beta)c' + b_2(\beta)c'' + b_3(\beta) = b_4(\beta)\mathrm{C},$$

où les fonctions a_i, b_i sont convenablement choisies. (On démontre que ces fonctions sont nécessairement liées par l'équation

$$ab + a_1 b_1 + a_2 b_3 - a_3 b_3 = 0.)$$

» Il existe évidemment de pareils réseaux, car la représentation sphérique des surfaces à lignes de courbure sphériques dans les deux systèmes possède cette propriété.

» Les surfaces admettant pour représentation sphérique un réseau (T) sont définies par les équations

$$(4)\qquad \begin{cases} x = \mathrm{X}(\alpha) + \mathrm{X}_1(\beta) + c\,[\varphi(\alpha) + \varphi_1(\beta)] + \dfrac{\psi(\alpha)}{\mathrm{A}}\dfrac{\partial c}{\partial\alpha} + \dfrac{\psi_1(\beta)}{\mathrm{C}}\dfrac{\partial c}{\partial\beta}, \\ y = \mathrm{Y}(\alpha) + \mathrm{Y}_1(\beta) + c'\,[\varphi(\alpha) + \varphi_1(\beta)] + \dfrac{\psi(\alpha)}{\mathrm{A}}\dfrac{\partial c'}{\partial\alpha} + \dfrac{\psi_1(\beta)}{\mathrm{C}}\dfrac{\partial c'}{\partial\beta}, \\ z = \mathrm{Z}(\alpha) + \mathrm{Z}_1(\beta) + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots; \end{cases}$$

où l'on a posé

$$(5)\quad \begin{cases} dX = a\psi\, d\alpha, & dY = a_1\psi\, d\alpha, \quad dZ = a_2\psi\, d\alpha, \quad d\varphi = a_3\psi\, d\alpha; \\ dX_1 = b\psi_1\, d\beta, & \ldots\ldots\ldots\ldots, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots, \quad d\varphi_1 = b_3\psi_1\, d\beta, \end{cases}$$

$\psi(\alpha)$ et $\psi_1(\beta)$ désignant des fonctions complètement arbitraires. On retrouvera des surfaces à lignes de courbure sphériques dans un système en prenant soit $\psi = 0$, soit $\psi_1 = 0$. On peut montrer que la détermination des réseaux (T) revient à la détermination de certaines catégories de surfaces à lignes de courbure planes dans un système, mais il serait trop long d'exposer cette recherche ici. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une généralisation de la formule de l'aire du triangle sphérique.* Note de M. X. **Stouff**, présentée par M. Darboux.

« La géométrie sphérique de Riemann dans un espace à n dimensions équivaut, comme on sait, à la géométrie sur une hypersphère à $n+1$ dimensions. La contenance d'un espace sphérique de Riemann à n dimensions est donc finie; nous la désignerons par Γ. Le polyèdre le plus simple T_n de cette géométrie admet $n+1$ multiplicités limites $n-1$ fois infinies M_{n-1}. Si l'on considère les sommets de ce polyèdre, et ses multiplicités limites une, deux, trois, quatre, ... dimensions, les M_{n-1} qui passent par ces multipli cités limites respectives, prolongées, déterminent dans l'espace de Riemann des régions dont nous désignerons les contenances respectives par D_0^i, D_1^j, D_3^h, D_4^k, ...

» En essayant de généraliser la formule de l'aire du triangle sphérique, on trouve deux cas à distinguer :

» 1° L'espace considéré a un nombre impair de dimensions : soit $n+1 = 2\lambda$. Aucune combinaison ne permet de trouver la contenance de T_n comme dans la Géométrie élémentaire. Il existe d'ailleurs entre les D_m, m variant de 0 à λ, un nombre de relations égal à $\frac{(2\lambda)!}{2(\lambda!)^2}$; l'une de ces relations est

$$\Gamma = \sum D_{\lambda-1} - \frac{\lambda-1}{1!}\sum D_{\lambda-2} + \frac{(\lambda+1)(\lambda-2)}{2!}\sum D_{\lambda-3} - \frac{(\lambda+1)(\lambda+2)(\lambda-3)}{3!}\sum D_{\lambda-4} + \ldots + (-1)^{\lambda-1}\frac{(\lambda+1)(\lambda+2)\ldots(2\lambda-2)}{(\lambda-1)!}\sum D_0.$$

» 2° L'espace considéré à un nombre pair de dimensions. Aucune rela-

tion de la forme précédente n'existe entre les D_m. En posant $n = 2\lambda$, on trouve que la valeur de T_n est donnée par la formule

$$\frac{1}{2}\Gamma = \sum D_{\lambda-1} - \frac{\lambda+1}{1!}\sum D_{\lambda-2} + \frac{(\lambda+1)(\lambda+2)}{2!}\sum D_{\lambda-3} - \ldots$$
$$+ (-1)^{\lambda-1}\frac{(\lambda+1)(\lambda+2)\ldots(2\lambda-1)}{(\lambda-1)!}\sum D_0$$
$$+ T_n\left[1 - \frac{(2\lambda+1)!}{(2\lambda)!\,1!} + \frac{(2\lambda+1)!}{(2\lambda-1)!\,2!} - \ldots + \frac{(-1)^{\lambda-1}(2\lambda+1)!}{\lambda!(\lambda+1)!}\right].$$

Les formules précédentes ont des applications nombreuses. Une formule de la première ou de la deuxième catégorie donne une formule applicable à l'espace euclidien correspondant en remplaçant Γ et T_n par zéro. On a ainsi la relation entre les trois angles d'un triangle, des relations entre les dièdres et les trièdres d'un tétraèdre, rectilignes.

» En considérant les formules comme appartenant à la théorie de l'hypersphère à $n+1$ dimensions; elles donnent des relations analogues à celles d'Euler pour les polyèdres à $n+1$ dimensions. Pour $\lambda = 2$, $n = 3$, ces relations sont applicables aux polyèdres réguliers de M. Stringham.

» Comparer : Durège, *Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, 1881; Forchammer, *Tidschrift for Mathematik;* Simon, *Mathematische Annalen*, 1893. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Résistance des poutres droites à travées solidaires sur appuis élastiques*. Note de M. **Paul Toulon**, présentée par M. Poincaré.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (séance du 9 décembre 1895), j'ai signalé, pour l'étude des poutres droites à travées solidaires égales sur appuis élastiques, un théorème entre cinq moments de flexion consécutifs près des supports, analogue au théorème connu des trois moments, lorsque les points d'appui sont invariables.

» La série récurrente symétrique

$$(1)\quad \begin{cases} X_k - (4-\alpha+2\beta)X_{k+1} \\ \qquad + (6+4\alpha+4\beta+\alpha\beta)X_{k+2} - (4-\alpha+2\beta)X_{k+3} + X_{k+4} = 0 \end{cases}$$

exprime le théorème des cinq moments dans le cas le plus général.

» Dans cette équation, X_k est le moment de flexion immédiatement à droite de l'appui k.

$\alpha = \frac{ml^3}{6\varepsilon}$, $\beta = \frac{hl}{2\varepsilon}$, l étant l'ouverture commune des travées égales; m le rapport constant entre la charge d'un point d'appui et son enfoncement; h le rapport constant entre le couple de réaction d'un appui et l'inclinaison de la fibre moyenne au même point; ε le moment d'inflexibilité de la poutre.

» Lorsque, dans l'équation (1) ci-dessus, $\beta = 0$, c'est-à-dire lorsque les points d'appui sont simplement compressibles et ne donnent pas naissance à une réaction formant un couple, les moments X_k, Y_k, pris l'un immédiatement à droite, l'autre immédiatement à gauche de l'appui k, ont la même valeur; l'équation (1) devient

$$(2)\quad X_k - (4-\alpha)X_{k+1} + (6+4\alpha)X_{k+2} - (4-\alpha)X_{k+3} + X_{k+4} = 0.$$

» Je suppose que l'on détermine les moments de flexion dans quatre sections de la poutre, chacune de ces sections étant prise successivement dans quatre travées consécutives non chargées; la position de la première section est définie par les distances $q_1 l$, $r_1 l$ aux appuis de la première travée; les positions des autres sections par les distances analogues $q_2 l$, $r_2 l$, $q_3 l$, $r_3 l$, $q_4 l$, $r_4 l$.

» Il est possible de choisir les sections définies par $q_1, r_1, q_2, r_2, q_3, r_3, \ldots$, de telle sorte que l'on ait entre les moments M_1, M_2, ..., au droit de ces sections, une relation linéaire

$$(3)\qquad AM_1 + BM_2 + CM_3 + DM_4 = 0.$$

» Les quantités q_1, r_1, ... doivent alors remplir la condition exprimée par l'équation suivante :

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} & r_1 r_2 r_3 r_4 + (4-\alpha) r_1 r_2 r_3 q_4 + (6+4\alpha) r_1 r_2 q_3 q_4 \\ & \qquad + (4-\alpha) r_1 q_2 q_3 q_4 + q_1 q_2 q_3 q_4 = 0. \end{aligned}\right.$$

» En posant $\frac{q_1}{r_1} = -\rho_1$, $\frac{q_2}{r_2} = -\rho_2$, ..., cette équation peut s'écrire

$$(5)\quad \rho_1\rho_2\rho_3\rho_4 - (4-\alpha)\rho_2\rho_3\rho_4 + (6+4\alpha)\rho_3\rho_4 - (4-\alpha)\rho_4 + 1 = 0.$$

» La condition pour que l'équation (3) puisse avoir lieu est que les rapports ρ_1, ρ_2, ... soient égaux à ceux de cinq quantités successives liées entre elles par la loi générale de récurrence de l'équation (2).

» L'équation (3) devient alors

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} & r_2 q_3 q_4 M_1 - [r_1 q_3 q_4 (4-\alpha) + q_1 q_3 q_4] M_2 \\ & \qquad - [r_1 r_2 q_4 (4-\alpha) + r_1 r_2 r_4] M_3 + r_1 r_2 q_3 M_4 = 0. \end{aligned}\right.$$

» Ce théorème peut être appelé le *théorème des quatre moments;* il est analogue dans la théorie des poutres continues avec appuis compressibles au théorème des deux moments, démontré par M. Maurice Lévy, pour le cas des appuis invariables. La condition, à laquelle doivent satisfaire les positions des sections considérées, reproduit les coefficients de la loi de récurrence des moments sur les points d'appui, lorsque les points d'appui sont compressibles, comme lorsqu'ils sont rigoureusement fixes.

» Si l'on considère quatre sections dans quatre travées consécutives, il est possible encore de choisir les positions de ces sections de telle sorte que les inclinaisons de la fibre moyenne en ces quatre points aient entre elles une relation linéaire. Les quantités qui déterminent les positions des quatre sections sont assujetties à une seule équation de condition, différente de celle qui est nécessaire pour établir une équation linéaire entre quatre moments de flexion.

» De même, il est possible de choisir les positions de ces quatre sections de telle sorte que les flèches de la fibre moyenne au droit de ces quatre points aient entre elles une relation linéaire. L'équation unique de condition entre les quantités qui déterminent les positions des sections est plus compliquée que dans le cas précédent.

» Il importe d'observer que les théorèmes ci-dessus, relatifs à quatre moments de flexion, à quatre inclinaisons, à quatre flèches au droit de sections choisies dans quatre travées consécutives ne peuvent être établis que dans le cas où $\beta = 0$, c'est-à-dire lorsque les appuis sont simplement compressibles. »

OPTIQUE. — *Méthode de mesure de la biréfringence en lumière monochromatique.* Note de M. **R. Dongier**, présentée par M. Lippmann.

« I. Un faisceau parallèle de lumière *circulaire* et monochromatique, tombant normalement sur une lame cristalline parallèle à l'axe, se transforme en lumière *elliptique*, dont les axes sont *toujours* les bissectrices des axes de la lame. Si une deuxième lame, quart d'onde pour la lumière utilisée, a son axe à 45° de la précédente, la lumière, qui en émerge, est polarisée *rectilignement*. L'azimut de la vibration rectiligne est variable avec l'excentricité de l'ellipse et dépend, par suite, de la différence de marche introduite par la lame cristalline sur les ondes ordinaire et extraordinaire, qui la traversent.

» La rotation θ, dans un sens convenable, de la vibration rectiligne, à partir de l'azimut qui correspond à une biréfringence nulle de la lame, est donnée, en fonction de la différence $(n' - n)e$ des chemins parcourus par les deux ondes et de la longueur d'onde de la lumière employée, par la relation

$$\theta = \pi \frac{n' - n}{\lambda} e.$$

La mesure de l'angle θ peut être obtenue pratiquement avec une précision d'au moins $\frac{1}{10}$ de degré à l'aide d'un analyseur à pénombre du type Laurent; le rapport $\frac{\theta}{\pi} = \frac{n' - n}{\lambda} e$ détermine la différence des phases des deux composantes, qui vibrent dans les sections principales de la lame.

» II. *Disposition expérimentale*. — On utilise la lumière jaune intense obtenue en dirigeant la flamme du chalumeau oxyhydrique vers la surface d'un bloc de chlorure de sodium préalablement fondu dans un creuset en terre, sur la paroi duquel on a percé une échancrure latérale. La lumière, rendue plus homogène par l'interposition d'une solution étendue de bichromate de potasse, éclaire l'ouverture du collimateur (1^{mmq} environ) qu'on règle par autocollimation. Les lames cristallines sont tout d'abord disposées perpendiculairement aux axes de rotation des bonnettes graduées qui les portent, puis elles sont réglées perpendiculairement à l'axe du collimateur par l'observation de l'image réfléchie qu'on amène en coïncidence avec l'ouverture du collimateur. Ce réglage est facilité par l'emploi d'un arc électrique intense.

» La lumière circulaire peut être obtenue soit en utilisant un prisme biréfringent circulaire de Fresnel (on intercepte alors l'un des faisceaux avec un écran disposé à une distance suffisante pour que ces derniers soient séparés), soit en se servant d'un nicol et d'une lame quart d'onde à 45° de la section principale du nicol.

» Le réglage du parallélisme des sections principales des lames cristallines s'obtient avec l'analyseur à pénombre. Cet appareil comprend une lame demi-onde qui couvre la moitié de l'ouverture d'un diaphragme et un nicol dont la section principale fait un angle d'environ 3° avec la section principale de la lame demi-onde. Tous les deux sont, d'ailleurs, montés dans le même tube et subissent les mêmes mouvements de rotation. On vise dans le plan de la lame demi-onde avec une lunette de Galilée. On dispose un nicol polariseur à la suite du collimateur, et l'on tourne l'analyseur jusqu'à ce que les deux plages aient même éclairement; les sections

principales du polariseur et de la lame demi-onde sont alors parallèles, à deux minutes près. On introduit successivement les lames cristallines que l'on fait tourner sans toucher ni au polariseur ni à l'analyseur jusqu'à obtenir l'égalité d'éclairement. La précision du réglage est variable avec la différence de marche introduite par la lame employée; elle est maxima et égale à celle signalée plus haut lorsque l'expression de la différence de phase est de la forme $\frac{2p+1}{2}$; elle est nulle lorsque la différence de phase est un nombre entier. Mais, dans ce dernier cas, la direction de l'axe de la lame est indifférente, puisque la lame ne déforme pas la vibration qui la traverse.

» III. Supposons qu'on utilise comme polariseur circulaire le prisme de Fresnel. Une cause d'erreur grave réside dans la superposition au faisceau lumineux qui traverse le quart d'onde d'un faisceau de moindre intensité qui émerge après avoir subi deux réflexions normales intérieures. Il ajoute à la composante rectiligne prévue dans l'exposé de la méthode une deuxième composante dirigée suivant l'autre diagonale du rectangle circonscrit à l'ellipse; le rapport des amplitudes de cette composante et de la vibration principale est représenté sensiblement par $\left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2$ qui est environ $\frac{1}{25}$; la différence des phases dépend de la double épaisseur de la lame. La vibration résultante est une ellipse inscrite dans le parallélogramme de ces deux rectilignes. L'analyseur marque la direction du grand axe de cette ellipse qui fait avec la direction de la composante principale un angle au plus égal à la valeur donnée par $\tang \varepsilon = \frac{1}{25}$; d'où $\varepsilon = 2^\circ 6'$.

» Mais il est facile de déterminer la valeur exacte de cet écart en fonction de l'excentricité de l'ellipse incidente et de l'épaisseur de la lame. Une table de correction convenablement établie permet de ramener la mesure à la précision de $\frac{1}{10}$ de degré.

» IV. Comparons cette méthode à celle bien connue que M. Macé de Lépinay a décrite (*Journal de Physique*, 2e série, t. IV, p. 159). Le quartz employé avait une épaisseur de 6^{mm} et la différence $(n'-n)$, mesurée avec une erreur relative moindre que $\frac{1}{4000}$, est sensiblement égale à 9,1108 pour la longueur d'onde $5,8 \times 10^{-5}$. A une erreur absolue de $\frac{1}{10}$ de degré sur la mesure de $\theta = \pi \frac{n'-n}{\lambda} e$, correspond, pour $(n'-n)$, une erreur relative moindre que $\frac{1}{160000}$. La difficulté, que nous avons signalée plus haut, qui permet une erreur maxima égale à $2^\circ 6'$ sur la mesure de θ conduit à une erreur relative sur la mesure de $(n'-n)$ égale à $\frac{1}{0000}$.

» V. Le dispositif expérimental que je propose est susceptible d'un certain nombre d'applications. Il permet la mesure rapide d'une double réfraction accidentelle, lorsque la cause ne peut être maintenue constante pendant longtemps. Il peut être utilisé pour la mesure précise de l'épaisseur d'un quartz parallèle à l'axe, lorsqu'on en connaît la valeur approchée. A cause de la polarisation circulaire de la lumière incidente, il est particulièrement commode pour l'étude dans le sens de l'axe des cristaux doués du pouvoir rotatoire. Enfin, l'appareil, construit d'après les indications de cette Note, réglé une fois pour toutes, permettrait aux constructeurs la vérification précise des lames quart-d'onde ou demi-onde qu'ils ne contrôlent actuellement que par l'observation des teintes en lumière blanche : une lumière incidente polarisée rectilignement à 45° de la section principale de la lame à étudier conviendrait d'ailleurs dans ce sens.

» J'ai appliqué la méthode à l'étalonnage de quelques lames cristallines et à la graduation d'un compensateur à teintes plates. M. Macé de Lépinay a bien voulu me confier un quart-d'onde étudié dans son laboratoire. Il a ainsi rendu possibles les premiers essais. Je l'en remercie sincèrement ([1]). »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Influence de la nature chimique des corps sur leur transparence aux rayons de Röntgen.* Note de M. **Maurice Meslans**, présentée par M. Henri Moissan.

« Des expériences nombreuses ont démontré déjà que certains corps sont transparents aux radiations émises par le tube de Crookes, alors que d'autres présentent une opacité relative à ces rayons. Je me suis proposé de rechercher quelle est la relation qui peut exister entre cette transparence des corps et leur nature chimique, et si les rayons de Röntgen ne peuvent fournir un nouveau moyen d'investigation dans le domaine de la Chimie. J'indiquerai seulement ici les points les plus saillants des résultats que j'ai obtenus ; ils ressortent de l'examen des épreuves photographiques que je mets sous les yeux de l'Académie et qui ont porté sur une cinquantaine de corps simples ou composés.

» Ces résultats, bien qu'incomplets, m'ont semblé offrir quelques conclusions assez nettes, pour certaines parties du moins, et m'engagent à poursuivre cette étude.

([1]) Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne.

» La transparence ou l'opacité des corps aux rayons X n'est pas absolue; on a démontré déjà l'influence de l'épaisseur; on a recherché le rôle de la densité. L'espèce chimique m'a paru présenter une influence très considérable.

» J'ai comparé entre eux divers métalloïdes, ainsi que leurs dérivés acides et les sels métalliques et organiques qu'ils peuvent fournir. Mes essais ont surtout porté sur les corps organiques et sur l'élément essentiel de ceux-ci, le carbone.

» J'ai pu constater, dès à présent, l'extrême transparence, non seulement du carbone sous ses divers états, comparé à celles des autres métalloïdes, mais aussi le peu d'opacité des composés organiques, lorsque ceux-ci ne renferment avec le carbone que les éléments gazeux, hydrogène, oxygène et azote. Toutefois cette transparence est loin d'être uniforme et présente des degrés très divers qui paraissent liés à la fonction chimique de ces corps.

» Les épreuves photographiques qui accompagnent cette Note ont été obtenues en enfermant une plaque photographique dans un châssis à négatifs en bois et en disposant, sur la planchette qui recouvre la plaque, les corps dont on voulait étudier la transparence, puis à éclairer l'ensemble par un tube de Crookes, placé à 20^{cm}. Après trente minutes de pose, la plaque développée donnait des silhouettes des corps mis en expérience, dont les intensités relatives mesuraient les transparences.

» Le diamant, le graphite, l'anthracite, le charbon de sucre donnent une image faible, d'une tonalité semblable à celle du bois ou de la paraffine sous une égale épaisseur, alors que le soufre, le sélénium, le phosphore, l'iode offrent des images très vigoureuses qui dénotent une grande opacité.

» Les matières organiques, éthers, acides, corps azotés se laissent aisément traverser par les rayons X et donnent une image à peine visible. Mais l'introduction dans la molécule organique d'un élément minéral, tel que l'iode, le chlore, le fluor, le soufre, le phosphore, etc., donne à celle-ci une très grande opacité. Les sulfates d'alcaloïdes sont dans ce cas. De même, l'iodoforme est très opaque, alors que les alcaloïdes, l'acide picrique, la fuchsine, l'urée sont très transparents. Le fluorure de phtalyle est beaucoup plus opaque que l'acide phtalique, bien que ces deux corps aient un poids moléculaire très voisin.

» Les sels métalliques jouissent d'une grande opacité, mais qui varie avec le métal et avec l'acide.

» Ces résultats sont corroborés du reste par les photographies de

mains, ou de petits animaux entiers, exécutés par M. Röntgen et par d'autres savants. Dans ces épreuves, les muscles demeurent transparents. Ce sont en effet des corps formés seulement de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote. Les os, au contraire, donnent des images vigoureuses. Leur opacité provient des éléments minéraux qu'ils renferment.

» Les différences dans la constitution chimique des diverses matières qui forment les nerfs, le sang, etc., permettront sans doute aussi, d'après les premières constatations que j'ai pu faire sur des composés organiques, d'en obtenir des images photographiques, grâce à leur inégale transparence.

» Je compte poursuivre, en y apportant plus de rigueur, ces recherches sur les espèces chimiques définies, et je me propose d'étudier le rapport qui relie la fonction chimique des corps à leur degré de transparence aux rayons de Röntgen. Mais, dès maintenant, un résultat qui me semble acquis est la transparence toute particulière du carbone et de ses combinaisons avec l'hydrogène, l'oxygène et l'azote, et l'opacité considérable apportée par l'introduction dans la molécule organique des éléments minéraux autres, et en particulier du chlore, du soufre, du phosphore, et surtout de l'iode (¹).

PHYSIQUE. — *Application de la méthode de M. Röntgen.* Note de M. **Albert Londe**, présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une photographie obtenue à l'aide de la méthode de M. Röntgen. Cette épreuve représente l'aileron d'un faisan tué à la chasse : la fracture de l'os est parfaitement visible; on distingue un fragment d'os détaché, et enfin un plomb qui était resté dans la chair.

» Je désire signaler également la parfaite transparence pour les rayons X de l'image photographique, telle qu'elle est obtenue habituellement dans les négatifs et les épreuves positives. Les grands noirs qui, dans les procédés employés couramment ne se laissent traverser par la lumière que d'une façon rudimentaire, paraissent aussi transparents pour les rayons X que les grands blancs. Pour vérifier ce fait, nous avons opéré sur des pel-

---

(¹) Expériences faites à l'École de Pharmacie de Nancy.

licules de celluloïd, ce dernier corps n'arrêtant pas les rayons X comme le verre.

» Nous avons exposé, d'autre part, des plaques de sensibilité différentes, et ceci pendant un même temps et à la même distance. Nous avons constaté que l'impression était beaucoup plus énergique sur les plaques rapides, et que la vigueur de l'image était directement en rapport avec la sensibilité de la préparation. Les plaques photographiques se comportent donc vis-à-vis des rayons X exactement comme vis-à-vis de la lumière, et pour répéter ces expériences il paraît avantageux d'employer les plaques extra-rapides. »

PHYSIQUE. — *Augmentation du rendement photographique des rayons Röntgen par le sulfure de zinc phosphorescent.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. Poincaré.

« Si l'on applique, sur la face opposée au gélatinobromure d'une plaque photographique, une couche de $0^{mm},5$ à 1^{mm} d'épaisseur de mon sulfure de zinc phosphorescent, en ayant soin de réserver une moitié de la plaque prise dans sa longueur; si, dans un châssis à rideau, l'on expose à la lumière d'une bougie, pendant des temps croissants, des bandes successives de cette plaque, on obtient naturellement, après développement et fixage, une série de teintes d'intensités décroissantes, mais on constate entre les deux moitiés de la plaque, celle qui a reçu du sulfure de zinc sur le verre et celle qui n'en a point reçu, une différence notable d'intensité de gris; on voit, par exemple, sur un des clichés ainsi obtenus, que la demi-bande la plus noire de celles derrière lesquelles il n'y avait point de sulfure a la même intensité qu'une demi-bande, enduite au dos de sulfure de zinc, ayant posé sept fois moins longtemps.

» Les rayons ultra-violets viennent donc, à travers le gélatinobromure et le verre, impressionner le sulfure de zinc, et le sulfure continue l'action réductrice par ses radiations propres, même sur des plaques non sensibilisées au jaune-vert, donc par ses radiations les plus réfrangibles et par d'autres, comme on le verra à la fin de cette Note.

» Les rayons Röntgen se comportent souvent tout différemment dans ces conditions : si l'on expose à ce rayonnement, avec le dispositif ordinaire, une plaque au gélatinobromure sulfurée en certaines plages de la

face opposée à la face sensible, on ne constate, sur certaines plaques, aucune différence entre les intensités des parties dont la face opposée a été sulfurée et les intensités de celles dont la face opposée est restée intacte.

» Comme le sulfure de zinc se sature très facilement à la lumière du rayonnement Röntgen et comme, dans certains cas, ce sulfure est impressionné à travers le verre et le gélatinobromure, il en faut conclure que, dans les plaques en question, ce n'est pas le gélatinobromure, mais bien le verre qui joue le rôle d'absorbant; nouvelle démonstration de la différence qui sépare les rayons Röntgen des rayons ultra-violets et de l'importance qu'il faudrait attribuer au verre et à son épaisseur dans les cas où l'on voudrait sensibiliser les plaques à ces sortes de rayons par l'apposition de sulfure de zinc sur la face opposée à la plaque sensible.

» Si l'on photographie par les procédés ordinaires, à l'éclairage du jour, un tableau peint de sulfure de zinc phosphorescent, les parties sur lesquelles ont été appliquées les plus grandes épaisseurs de sulfure apparaissent en blanc plus ou moins intense sur le négatif. En cherchant la manière dont se comporte à l'égard des rayons Röntgen un objet recouvert de sulfure de zinc phosphorescent, j'ai constaté le fait remarquable d'une augmentation notable du rendement photographique de ces rayons.

» Dans une première expérience, j'ai photographié deux doigts : l'index et le medius, l'index ayant été enduit de vaseline sulfurée; on constate que toute la portion de la plaque qui entoure l'ombre de l'index est plus noire que le reste.

» Dans une seconde expérience, j'ai placé sur la plaque photographique, enveloppée de papier aiguille, un fil de fer et, sur ce fil de fer, à la suite les unes des autres, de gauche à droite, une pièce de $0^{fr},05$ intacte, une pièce de $0^{fr},10$ enduite de sulfure sur sa face antérieure, une pièce de $0^{fr},05$ enduite de sulfure sur sa face postérieure, une pièce de 5^{fr} en argent enduite de sulfure sur la plus grande portion de sa face antérieure, enfin une petite cuve d'optique, cylindrique, divisée en deux compartiments et renfermant, dans le compartiment de droite, une solution de sulfate de quinine. La plaque, développée et fixée après quarante-cinq minutes de pose, donne une ombre très nette du fil de fer derrière la pièce de $0^{fr},10$ enduite de sulfure sur sa face antérieure, une ombre un peu moins nette derrière la pièce de $0^{fr},05$ enduite de sulfure sur sa face postérieure (l'ombre de cette pièce ressortant plus en clair que les autres), une ombre moins nette également derrière la portion de la pièce de 5^{fr} enduite de sulfure (l'argent étant d'ailleurs, comme on sait, toutes conditions égales, plus transparent que le bronze); au contraire, il n'apparaît aucune ombre du fil derrière le sou resté intact et derrière la portion de la pièce de 5^{fr} non recouverte de sulfure. Le sulfate de quinine n'exerce aucune influence sensible.

» Cette expérience prouve qu'il est possible, *en enduisant de sulfure de zinc phosphorescent des corps absorbants pour les rayons Röntgen de rendre*

visibles sur la plaque photographique des objets situés derrière ces corps et invisibles autrement. Le sulfure de zinc fait l'office d'une source actinique supplémentaire; il transforme en rayons photographiques des rayons Röntgen inertes à ce point de vue : nouvelle preuve de la complexité des radiations émises par l'ampoule de Crookes.

» Il est probable que d'autres sulfures que le sulfure de zinc phosphorescent jouissent de cette propriété : je n'ai pas eu le loisir de les essayer; mais la grande inaltérabilité du sulfure de zinc phosphorescent lui assure sur tous les autres phosphores artificiels une supériorité incontestable dans toutes les applications en question.

» J'ai eu, également, avec le sulfure de zinc phosphorescent, l'occasion de vérifier une hypothèse de M. Henri Poincaré : « Ne peut-on alors se » demander si tous les corps dont la fluorescence est suffisamment intense » n'émettent pas, outre les rayons lumineux, des rayons X de Röntgen, » *quelle que soit la cause de leur fluorescence?* (1) »

» J'ai exposé, pendant une seconde, à la lumière d'un ruban de magnésium, un lingot parallélépipédique d'aluminium de $0^m,145$ de long, $0^m,025$ de large, $0^m,006$ d'épaisseur, reposant sur un petit support de carton noirci; à l'extérieur, sur une longueur de $0^m,06$, je l'ai enduit de sulfure de zinc; puis j'ai laissé intacte extérieurement et intérieurement une surface de $0^m,05$ de long; enfin j'ai enduit le lingot avec ce même sulfure intérieurement sur une surface de $0^m,035$ de long, presque complètement abritée de la lumière du magnésium, excepté sur les bords; j'ai placé, entre le lingot et la plaque photographique recouverte d'une double feuille de papier aiguille, le fil de fer précité; après développement et fixage, le négatif présente une silhouette blanche légère du fil de fer sur le fond rectangulaire noir de l'ombre du lingot; insensible dans la portion de l'ombre correspondant à la portion non sulfurée de la plaque d'aluminium, la différence de teintes est le plus sensible dans la portion de l'ombre correspondant à la portion de la plaque sulfurée en dessous. De même, en exposant à la lumière diffuse du jour, dimanche dernier, de trois heures à cinq heures, sur une plaque recouverte d'une double feuille de papier aiguille, le lingot d'aluminium, avec la disposition décrite, j'ai obtenu un voile très sensible de la plaque dans les entours de l'ombre de la portion sulfurée extérieurement, sensible aux confins de la partie sulfurée intérieurement, nul au centre (2). »

---

(1) *Revue générale des Sciences,* 30 janvier 1896, p. 56, 2e col.

(2) Ces recherches ont été faites en partie au laboratoire de M. Gaston Seguy, auquel j'adresse mes vifs remercîments, en partie à mon laboratoire de la Sorbonne.

PHYSIQUE. — *Épreuves photographiques obtenues au moyen des rayons* X. Note de M. **Ch.-V. Zenger.** (Extrait.)

« ... L'interposition d'une planche de bois, de plusieurs millimètres d'épaisseur, prolonge le temps de pose; elle nuit à la netteté des images, par la pénombre qui se forme; les défauts d'homogénéité du bois produisent des stries dans les silhouettes, tandis que l'emploi des épreuves pour le diagnostic chirurgical exigerait une grande précision dans les détails.... J'ai supprimé la planche de bois, et j'ai placé directement la main sur la plaque au gélatinobromure, en n'interposant qu'un papier noir, très homogène. L'image est aussi nette que possible et l'on peut réduire le temps de pose à moins d'une heure.

» J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les trois silhouettes suivantes :

» 1° La main de mon préparateur, appliquée sur la couche sensible, sans aucun intermédiaire; l'épreuve montre les os, les muscles moteurs, une bague d'or; temps de pose, quarante-cinq minutes.

» 2° Une main où quatre fragments de verre avaient pénétré dans le pouce; trois de ces fragments avaient été extraits, par des incisions déjà cicatrisées; le quatrième est encore fixé dans le pouce.

» 3° Une main affectée de syringomyélie (maladie de Morvan), très enflée : les premiers articles ont déjà été coupés; on distingue la destruction progressive des os, les parties atteintes présentant une transparence plus grande; temps de pose, une heure trente minutes.

» Je suis convaincu que le meilleur moyen d'obtenir la plus grande netteté possible est de mettre la plaque sensible en contact direct avec l'objet, et de faire usage de fortes tensions, pour pouvoir placer le tube de Crookes aussi loin que possible, sans trop augmenter le temps de pose [1].... »

---

[1] J'emploie un grand modèle de la bobine de Ruhmkorff, de 100 000^{m} de fil induit très fin, construit en 1865 pour moi, par Ruhmkorff lui-même; la longueur des étincelles est de 45^{cm}. Le tube de Crookes est placé à 60^{cm} de la plaque.

PHYSIQUE. — *Sur une action mécanique émanant des tubes de Crookes, analogue à l'action photogénique découverte par Röntgen*. Note de MM. **Gossart** et **Chevallier**.

« Nous avons l'honneur de signaler à l'Académie un champ de force mécanique qui se manifeste à l'intérieur du radiomètre de Crookes, lorsqu'on place ce dernier en face d'un tube de Crookes.

» Nous avions voulu, dans un cours public sur les radiations des lampes électriques, introduire les rayons X de *Röntgen*, les rayons cathodiques de *Crookes* et la lumière stratifiée d'*Abria* qui a conduit Crookes à sa découverte par l'agrandissement des strates. Il nous avait semblé logique de manifester à distance l'échauffement des tubes de Crookes au moyen de son radiomètre. Notre étonnement fut grand de voir les ailettes du radiomètre, non seulement rester immobiles devant le tube très chaud, mais même, une fois mises en mouvement par une chaleur étrangère, se caler devant le tube, avec orientation bien fixe et après des oscillations pendulaires d'autant plus rapides que leur distance au tube diminuait.

» Il est clair que nous étions là en face d'une action mécanique, due à un champ de force créé dans le radiomètre, et opposée à celle de la chaleur.

» Nous nous sommes empressés de vérifier l'existence de ce champ de force autour du tube de Crookes, en l'étudiant avec le radiomètre, comme direction et comme intensité, et constatant sur une vingtaine de substances que cette force traverse les mêmes milieux, ou est arrêtée par les mêmes milieux, que les rayons X.

» Il y a plus : une fois le radiomètre placé dans le champ de Crookes et seulement alors, nous avons constaté que le champ, visqueux en quelque sorte, qui cale les ailettes, est modifié par les courants, surtout par celui de la bobine excitatrice du tube de Crookes, modifié par les corps électrisés statiquement, et enfin perturbé énergiquement par un aimant. En promenant circulairement un aimant autour des parois du radiomètre, on arrive à dévisser en quelque sorte les palettes et à les rendre de nouveau obéissantes à la source de chaleur.

» Ainsi, sur les ailettes de ce radiomètre, on peut faire entrer en action simultanément ou successivement les rayons X, la chaleur, les forces électrostatiques, électrodynamiques et magnétiques.

» Il nous a donc semblé que nous avions un instrument commode, à

indications qualitatives et quantitatives, pour faire des investigations nouvelles sur les radiations encore mystérieuses qui s'échappent du tube de Crookes : émission suivant les sources excitatrices, transmission, etc.

» Nous avons alors installé sur un banc de Melloni : 1° une lampe de Locatelli; 2° le radiomètre à 30^{cm} de la lampe, de façon à avoir quinze tours par minute environ; 3° le tube de Crookes, mobile autour de son axe vertical, au moyen d'une alidade qui donne sur un cercle divisé les diverses directions de l'axe du faisceau cathodique.

» Dès qu'on lance les rayons cathodiques, il y a calage des ailettes, et non par dissymétrie du système, car nous avons vu tantôt les unes, tantôt les autres prendre la direction axiale d'équilibre. Malheureusement, nous n'avons pas encore pu nous procurer un appareil à deux ailettes.

» Si l'on éteint le tube de Crookes, le calage persiste pendant près de cinq minutes, malgré l'action constante de la lampe de Locatelli. Un moyen bizarre et peut-être suggestif de les remettre en mouvement, c'est de lancer des rayons anodiques, en rapprochant à quelques millimètres le tube du radiomètre : ses ailettes subissent, tout d'abord, une impulsion en sens contraire du mouvement normal, qu'elles reprennent ensuite.

» Nous avons déterminé une première ligne de niveau du champ, en actionnant notre unique tube de Crookes à croix avec une grosse bobine de Ruhmkorff et un courant primaire à 20 volts. Cette ligne de niveau est déterminée par la cessation du calage; elle est normale à la direction d'équilibre d'une des paires d'ailettes; son éloignement maximum du tube était à 3^{cm} en avant de l'axe (distance de paroi à paroi) et elle venait se raccorder au tube vers le centre de la cathode concave.

» En entourant le tube d'une pellicule photographique circulaire, enfermée dans un étui de papier que tapissaient intérieurement des lettres métalliques, nous avons pu vérifier approximativement la concordance des deux champs.

» Relativement aux sources, nous ne pouvons signaler nettement encore que cette remarque : l'inertie de cinq minutes dans le calage, qui se manifestait avec une bobine de Ruhmkorff, ne se produit plus avec une machine de Wimshurst.

» Nos expériences ont particulièrement porté sur la transparence des diverses substances pour la force et l'action photographique. Nous citerons comme très transparents aux deux flux les corps suivants :

» Carton, bois, ébonite, feutre (plaques de 2^{cm}), soufre, paraffine (1^{cm}), ouate, etc.; à égalité d'épaisseur l'action se propage plus loin à traver la paraffine qu'à travers l'air.

» Comme corps opaques, nous indiquerons, suivant l'ordre d'opacité décroissante :

» Le plomb, le cuivre, l'aluminium, l'ivoire, le charbon de cornues.

» Cette Note ne peut être que le point de départ d'une série de recherches que nous espérons poursuivre, pour étudier le champ du tube de Crookes avec le radiomètre de Crookes ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le siliciure de cuivre*. Note de M. **Vigouroux**, présentée par M. Henri Moissan.

« Berzélius ([2]) savait que le cuivre, fortement chauffé au chalumeau avec le silicium et dépouillé ensuite du métal par un acide, *abandonne un squelette de silice*. Deville et Caron ([3]), dans leurs travaux sur le silicium cristallisé, mentionnent des alliages, constitués par ces deux éléments, qu'ils appellent *aciers de cuivre*, dont les teneurs en silicium peuvent aller jusqu'à 12 pour 100 ([4]).

» En chauffant le silicium soit avec ce métal, soit encore avec son oxyde au four à réverbère dans des tubes en porcelaine traversés par un courant d'hydrogène, ou bien à la forge Deville, dans des creusets de porcelaine isolés des gaz du foyer, il m'a été facile d'obtenir des alliages de même nature.

» Les nombreux essais, effectués au four électrique, offrent quelque intérêt. On y faisait réagir des mélanges de silicium et de cuivre bien purs; après quelques minutes, la combinaison était effectuée et l'on avait des masses métalliques liquides, très homogènes. Contrairement à ce qui avait lieu pour d'autres métaux, les corps formés conservaient leur homogénéité tout le temps qu'ils se maintenaient fluides; ils ne subissaient ni liquation ni rochage. En variant les proportions des deux éléments réagissants, on a préparé une série d'alliages dont la teneur en silicium augmentait d'environ 5 pour 100 de l'un d'entre eux au suivant.

» L'alliage à 5 pour 100 et au-dessous possède un éclat métallique très net; une section fraîche est blanchâtre, mais elle se ternit rapidement à l'air et prend la nuance jaune du laiton ; il paraît très ductile et se laisse très facilement aplatir sous le marteau. Celui à 10 pour 100 est gris-clair lorsque sa cassure est récente ; il s'altère

([1]) Nous tenons à exprimer, dès maintenant, à MM. Brunel et Duhem notre reconnaissance pour leurs conseils précieux.

([2]) Berzélius, *Annales de Chimie*, 2e série, t. XXVII, année 1824.

([3]) Sainte-Claire Deville et Caron, *Comptes rendus*, t. XLV, année 1863.

([4]) On trouve actuellement dans le commerce de ces aciers de cuivre impurs qui sont des résidus de fabrication de l'aluminium par les nouveaux procédés.

de même à l'air, mais plus lentement, et devient rougeâtre; il est plus dur et moins malléable. L'alliage à 15 pour 100 possède un aspect gris d'acier et est encore terni par l'atmosphère; il est très dur et très cassant. Tous ces alliages ont ceci de commun que, lorsqu'on les traite par les acides, ils abandonnent un sel de cuivre et de la silice; ils sont exempts de silicium libre et complètement homogènes. Ce n'est qu'à partir d'une teneur voisine de 20 pour 100 qu'ils deviennent hétérogènes. Ils sont encore durs et surtout très fragiles; leur cassure présente des facettes brillantes à reflets violacés qui contrastent singulièrement avec l'aspect blanchâtre du reste de la pâte. La proportion de silicium augmentant, ces lamelles s'accroissent en nombre et les culots deviennent de plus en plus friables. Un fragment bien porphyrisé, traité à fond par l'acide azotique, abandonne, outre le cuivre qui se dissout, un résidu volumineux foncé dans lequel on reconnaît la silice et une matière noirâtre qui représente tous les caractères du silicium cristallisé en lamelles.

» Comme il n'a pas été possible d'arriver à séparer les matières réagissantes en excès d'avec le siliciure sans attaquer ce dernier, on a eu recours à une forte chaleur. En traitant des mélanges de métal et de silicium (à 10 pour 100 environ), et en prolongeant suffisamment la chauffe pour volatiliser tout le cuivre en excès, on a finalement obtenu un culot qui, refroidi très lentement, renfermait à son intérieur des géodes de cristaux bien nets ayant pour formule $SiCu^2$.

» *Propriétés.* — Le siliciure de cuivre est un corps très dur, cassant, gris d'acier sur une section fraîche, mais prenant peu à peu l'aspect rougeâtre. Sa densité est de 6,9 à 18°; il dissout le silicium en abondance et l'abandonne en lamelles pendant le refroidissement. Les halogènes l'attaquent avec incandescence : le fluor, dès la température ordinaire; le chlore, avant le rouge; les autres, à une température plus élevée. L'oxygène et l'air, purs et secs, n'ont pas d'action à la température ordinaire; avant le rouge, ils le transforment en silicate; l'air humide l'oxyde à froid. Les hydracides secs l'attaquent tous; ainsi, le gaz chlorhydrique donne, vers le rouge, du chlorure métallique et du silicichloroforme; les autres fournissent des composés analogues. L'eau en vapeur est réduite. L'effet des acides est assez énergique au début; ils forment un sel de cuivre et de la silice, mais cette dernière ne tarde pas à entraver l'action ultérieure. La potasse en solution le noircit; les carbonates alcalins en fusion, seuls ou mélangés aux azotates, l'attaquent complètement lorsqu'il est très finement pulvérisé.

» *Analyse.* — Le résultat de son attaque dans un creuset de platine, par un mélange d'azotate et de carbonate alcalin a été projeté dans l'acide chlorhydrique étendu, ce qui a donné du chlorure de cuivre et de la silice que l'on a insolubilisée d'abord et séparée ensuite du métal en reprenant par l'acide chlorhydrique. On a continué le dosage en suivant les méthodes connues; les proportions de silicium et de cuivre répondaient à la formule $SiCu^2$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chlorobromure et le bromure de thionyle.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« Le gaz bromhydrique sec, sans action à froid sur le chlorure de thionyle $SOCl^2$, réagit sur celui-ci à sa température d'ébullition; il se dégage HCl et, si l'on a soin de faire l'expérience en chauffant au bain-marie, il n'y a pas de brome mis en liberté; le liquide prend peu à peu une teinte jaune orangé. Il renferme alors des produits de substitution bromés du chlorure de thionyle, mais leur séparation ne peut se faire par distillation sous pression ordinaire, car dès qu'on dépasse 100°, du brome est mis en liberté; on peut cependant chasser la majeure partie de $SOCl^2$ excédant, s'il y en a, en maintenant le produit de la réaction au bain-marie à 100°, mais le fractionnement proprement dit doit se faire sous pression réduite. On retire ainsi successivement :

» 1° Le chlorobromure de thionyle SOClBr; c'est un liquide jaune clair, de densité à 0° = 2,31; il ne se solidifie pas à − 23° et distille, sous la pression normale, aux environs de 115°, avec une légère décomposition qui se traduit par mise en liberté de brome; cependant cette distillation peut se faire sans grand dommage, si l'on chauffe avec ménagement au bain d'huile, afin d'éviter la surchauffe de certaines parties du liquide; à une température peu supérieure à son point d'ébullition, le chlorobromure SOClBr se décompose graduellement en SO^2, $SOCl^2$, Br et S^2Br^2, de telle sorte que, si l'on cherche à faire les fractionnements avec tubes à boules sous pression normale ou si l'on chauffe le chlorobromure en vase clos vers 150°, il se dégage SO^2 et le liquide est graduellement transformé en $SOCl^2$, Br et un résidu de bromure de soufre (distillant vers 190°) d'après l'équation : $8\,SOClBr = 4\,SOCl^2 + 6\,Br + S^2Br^2 + 2\,SO^2$.

» Cette décomposition semble même déjà se produire lentement à froid.

» Le mercure réagit à froid sur le chlorobromure SOClBr et s'empare du brome; il se forme $SOCl^2$, SO^2 se dégage et du S est mis en liberté d'après l'équation

$$4\,SOClBr + 4\,Hg = 2\,SOCl^2 + SO^2 + S + 2\,Hg^2Br^2;$$

le mercure pourra d'ailleurs réagir ultérieurement sur $SOCl^2$ et cette réaction, très lente à froid, devient active vers 50°; il y a dégagement de SO^2 et le S mis en liberté se dissout dans l'excès de $SOCl^2$, mais

soit que l'on parte du chlorure $SOCl^2$ ou du chlorobromure SOClBr, on ne trouve en aucun cas de produit de réduction incomplète, tel que $S^2O^2Cl^2$ qui résulterait de l'union de deux restes (SOCl)'. Au contact de l'eau, SOClBr se décompose rapidement en SO^2, HCl, HBr.

» 2° Un liquide distillant vers 68° sous pression réduite à 4^{cm} de mercure; c'est le bromure de thionyle $SOBr^2$. L'analyse a donné pour le brome les nombres pour 100 : 76,35 et 76,19; la théorie exige 76,95; le liquide renferme, de plus, toujours un peu de chlore (1,55 et 1,65) malgré plusieurs fractionnements sous pression réduite, qui n'ont pu l'en débarrasser; cela paraît dû à la présence d'une minime quantité de chlorure de soufre, car, si l'on décompose le produit par l'eau, la majeure partie du liquide disparaît presque instantanément au contact de l'eau, mais il reste quelques petites vésicules. très ténues qui exigent un temps assez long pour se décomposer; c'est vraisemblablement une très petite quantité de S^2Cl^2 dont le point d'ébullition, 139° sous pression normale, doit être assez voisin de celui de $SOBr^2$ pour qu'on ne puisse pas les séparer par distillation.

» Le bromure de thionyle est un liquide jaune orangé, de densité à $0° = 2,61$, qui ne se solidifie pas à $-23°$; il se décompose rapidement sous l'action de la chaleur, et chauffé en tubes scellés vers 150°, il y a formation de Br, S^2Br^2 et SO^2 d'après l'équation

$$4SO^2Br^2 = 2SO^2 + 6Br + S^2Br^2.$$

» Le mercure enlève à froid le brome de $SOBr^2$ et cette réaction semblait intéressante, car on pouvait espérer isoler ainsi le radical thionyle SO, si celui-ci pouvait exister libre, mais toutes les tentatives faites dans cette voie sont restées infructueuses, même en effectuant la décomposition très lentement, au sein d'un bain de glace fondante; deux tubes contenant $SOBr^2$ et Hg y étaient plongés, l'un clos, l'autre effilé en relation permanente avec un tube en U contenant un peu d'eau. Au bout de quarante-huit heures l'eau était saturée de SO^2, mais, même chauffée, ne donnait aucun dépôt de soufre, comme celui qui résulterait de l'hydratation du thionyle et de la décomposition de l'acide hydrosulfureux qui en résulterait ($SO + H^2O = SO^2H^2$ et $2SO^2H^2 = SO^2 + S + 2H^2O$); et, ce qui est caractéristique, c'est que le soufre, provenant de la décomposition

$$2SO = SO^2 + S,$$

se dépose dans le tube où s'est effectuée la réaction, non pas dans la région supérieure du tube, mais uniquement au contact du mercure altéré;

ce soufre est à l'état de nature, il peut être dissous dans CS^2 et régénéré. De l'ensemble de ces constatations, on peut conclure que le radical thionyle SO n'est pas stable, qu'à aucun moment il n'a été libre dans l'atmosphère du tube et qu'à l'instant même de sa libération il se décompose en SO^2 et S.

» 3° Il reste comme résidu de la distillation du bromure de soufre S^2Br^2, d'autant moins abondant que la préparation et les distillations ont été faites à température plus basse.

» L'existence du bromure de thionyle $SOBr^2$ une fois démontrée, j'ai cherché à obtenir ce corps par une réaction analogue à celle qui sert à préparer le chlorure SOCl ($SO^2 + PCl^5 = POCl^3 + SOCl^2$); SO^2 ne réagit sur PBr^5 que si l'on chauffe au bain-marie : la masse se liquéfie peu à peu et se colore fortement par du brome; elle renferme de plus $POBr^3$, S^2Br^2, mais pas trace de $SOBr^2$. La présence de ce dernier corps dans les produits de fractionnement, sous pression réduite, aurait pu facilement être mise en évidence, même en petite quantité, grâce à la réaction du mercure qui aurait dégagé SO^2, mais ce caractère est resté complètement négatif. La réaction a donc lieu suivant l'équation $2SO^2 + 2PBr^5 = S^2Br^2 + 2POBr^3 + 2Br$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un sulfophosphure d'étain cristallisé.* Note de M. A. GRANGER, présentée par M. Troost.

« Quand on fait passer de la vapeur de phosphore sur du bisulfure d'étain, chauffé au rouge sombre, il y a réaction; il se produit du sulfure de phosphore liquide et un sulfophosphure. Ce dernier se prépare facilement en disposant dans un tube de verre vert, traversé par un courant de gaz carbonique, deux nacelles contenant l'une du phosphore rouge et l'autre du bisulfure d'étain. Le courant du gaz doit être lent et la température ne doit pas atteindre le ramollissement du verre, pour obtenir un produit de composition définie et cristallisé.

» Le sulfophosphure d'étain est un corps gris noir, cristallisé en écailles brillantes, dont l'aspect rappelle l'oligiste micacé des volcans. Chauffé au contact de l'air il s'oxyde en donnant une masse blanche, contenant de l'oxyde stannique et de l'acide phosphorique principalement. Les acides chlorhydrique et azotique sont sans action, ainsi que l'eau régale. Le chlore et le brome l'attaquent à chaud; réduit en poudre fine, le sulfophosphure d'étain se dissout facilement dans une solution de potasse ou de soude, quand on y fait passer du chlore ou du brome.

» Le sulfophosphure d'étain a pour formule ([1]) Sn^3P^2S, ce qui semble répondre à une combinaison de sulfure stanneux et de protophosphure d'étain, SnP, 2SnS.

» J'ai essayé sans résultat d'obtenir d'autres composés avec les sulfures d'antimoine, de cadmium, d'or et de plomb. Le sulfure d'argent, dans les mêmes conditions, donne de l'argent métallique et du sulfure d'argent. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Oxyiodures de zinc.* Note de M. TASSILLY, présentée par M. Troost.

« Les oxychlorures et les oxybromures de zinc ont été l'objet de recherches de la part de divers savants, et l'histoire de ces corps semble épuisée. Il n'en est pas de même des oxyiodures.

» I. Müller a signalé ([2]) un oxyiodure de zinc obtenu en dissolvant à chaud l'oxyde de zinc dans l'iodure de zinc. Par refroidissement, il se dépose un corps, dont l'auteur n'a d'ailleurs pas indiqué la composition. En répétant ces expériences, j'ai constaté qu'on obtenait en réalité un mélange d'un corps cristallisé et d'oxyde de zinc.

» En opérant en tube scellé, les résultats sont meilleurs. On chauffe pendant douze heures, à 150°, 20^{gr} d'iodure de zinc dissous dans 20^{gr} d'eau et $0^{gr},2$ d'oxyde de zinc. Les parois du tube se tapissent de petits cristaux blancs qui, vus au microscope, se présentent sous la forme de lamelles hexagonales agissant sur la lumière polarisée et qu'il est facile de séparer de l'oxyde de zinc en excès, formant un magma au fond du tube. On obtient environ 1^{gr} d'oxyiodure en opérant dans douze tubes scellés. L'eau-mère, traitée par l'eau, a donné de l'oxyde de zinc.

» Les cristaux séchés entre des feuilles de papier, puis soumis à l'analyse, ont fourni les chiffres suivants :

» I.	Iode	18,27
	Zinc	44,14

([1]) L'analyse donne :

		Théorie.
Étain	79,95	78,85
Soufre	13,57	14,25
Phosphore	7,06	6,90

([2]) *Journ. für prakt. Chem.*, t. XXVI, p. 441 ; 1842.

» Ces mêmes cristaux, lavés à l'eau froide jusqu'à ce que les eaux de lavage ne troublent plus une solution de nitrate d'argent, puis séchés à 100°, n'ont pas subi de modifications apparentes. Ils ont donné, à l'analyse :

			Trouvé.	Calculé.
» II.	Iode...........	17,13 / 17,21	17,17	17,16
	Zinc...........	43,71 / 43,77	43,74	43,91

ce qui correspond au corps $ZnI^2 9ZnO 24H^2O$ ou $ZnI^2 9Zn(OH)^2 15H^2O$. Le corps analysé en I, est sans doute le même, souillé par un peu d'eau-mère riche en iodure de zinc.

» Cet oxyiodure de zinc n'est donc pas attaqué par l'eau froide; il l'est difficilement par l'eau bouillante. Soumis à un courant d'air chaud, il ne perd pas d'eau à 120° et commence à se décomposer vers 180°, avec production de vapeurs d'iode.

» II. Millon a signalé un oxyiodure en ajoutant à une solution d'iodure de zinc une quantité de potasse insuffisante pour précipiter complètement le zinc.

» En opérant de même avec l'ammoniaque, on obtient un corps cristallin, se présentant au microscope sous la forme de fines aiguilles enchevêtrées et agissant sur la lumière polarisée. Ce corps semble répondre à la formule $ZnI^2 5ZnO 11H^2O$; il est décomposable par l'eau et renferme toujours une faible proportion d'ammoniaque.

» III. Certains chlorures et bromures de zinc ammoniacaux fournissent, en présence de l'eau, des sels basiques.

» Les iodures de zinc ammoniacaux $ZnI^2 4AzH^3$ (obtenu par voie humide) et $ZnI^2 5AzH^3$ (obtenu par voie sèche), traités par un excès d'eau, donnent un précipité qui, lavé jusqu'à ce que les eaux de lavage ne troublent plus une solution de nitrate d'argent, est constitué par de l'oxyde de zinc.

» Ces deux iodures ammoniacaux, chauffés en tube scellé, en présence d'une petite quantité d'eau, donnent l'un et l'autre l'iodure $ZnI^2 4AzH^3$.

» En faisant agir l'oxyde de zinc sur l'iodure d'ammonium dissous, on obtient un corps cristallisé, répondant à la formule $3ZnI^2 5AzH^3 3H^2O$.

	Trouvé.	Calculé.
Iode..................	69,1	69,5
Zinc..................	17,57	17,8
AzH^3..................	8,1	7,7

» Ce corps, traité par l'eau, n'a pas fourni d'oxyiodure. On est, par conséquent, en droit de conclure que, si l'on peut considérer les chlorures de zinc ammoniacaux comme des générateurs d'oxychlorures, la réaction, déjà plus difficile avec les bromures, n'a pas lieu avec les iodures. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Méthode pour déterminer la pureté des beurres au moyen de la densité.* Note de M. **Raoul Brullé**. (Extrait.)

« Parmi les nombreux procédés qui ont été proposés pour reconnaître la présence de la margarine ou des graisses dans les beurres, ceux qui ont toujours le plus appelé l'attention, soit parce qu'ils approchaient très près de la vérité, soit parce qu'ils exigeaient un dispositif expérimental peu compliqué et à la portée de tout le monde, étaient des procédés fondés sur la recherche de la densité.

» Néanmoins, la plupart de ces procédés ont dû être successivement abandonnés, par suite des différences que l'on constatait dans la densité des différents beurres purs.

» D'autre part, l'industrie a su, par des mélanges convenables de lait et de graisse et d'huile, préparer des oléo-margarines dont la densité se rapproche beaucoup de celle du beurre, et qui mettent en défaut le contrôle au moyen du margarimètre. C'est ainsi que des beurres purs ont accusé jusqu'à 50 pour 100 de margarine au margarimètre.

» J'ai été amené à reconnaître que les causes de l'erreur commise provenaient, d'une part, d'une certaine proportion d'eau variable, qui restait incorporée au corps gras et ne s'en séparait pas au moment où l'on pratiquait la fusion pour prendre la densité; d'autre part, de la température à laquelle l'expérience était faite. Il résulte, en effet, de mes expériences qu'il est nécessaire d'opérer à une même température, celle de 100°, si l'on veut être certain de la régularité des résultats.

» . . . L'expérience prouve qu'en prenant soin d'éliminer, par l'emploi de substances décolorantes et desséchantes appropriées, l'eau qui reste toujours incorporée, et en proportion variable, malgré la fusion, ainsi que les matières colorantes et la caséine, de façon à rendre les corps gras comparables entre eux, on peut tirer de la détermination de la densité, obtenue au moyen d'aréomètres très sensibles, des indications très précises sur la proportion de matière grasse étrangère ajoutée frauduleusement à du beurre pur. »

PHYSIOLOGIE. — *Stroboscopie rétinienne*. Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« La stroboscopie permet, soit d'apprécier avec une grande rigueur la vitesse relative de deux roues ou de deux disques tournants, soit de mesurer la fréquence relative de deux séries d'oscillations. L'expérience type est la suivante : deux disques rotatifs placés l'un au devant de l'autre, à une certaine distance, et percés du même nombre de secteurs, tournent dans le même sens et avec une vitesse peu différente en présence d'une surface éclairée. La coïncidence variable des passages de la lumière produira des effets différents suivant que le disque antérieur tourne plus vite, moins vite ou avec la même vitesse que le disque postérieur. Dans le premier cas, on aura l'apparence d'une figure radiée tournant en sens inverse et plus lentement que les deux disques; dans le second, le mouvement apparent, toujours ralenti, se fera dans le même sens que la rotation des disques; dans le troisième, le mouvement relatif de ceux-ci sera nul.

» Or j'ai trouvé que des phénomènes analogues pouvaient se produire *avec un seul disque*, lorsque sa vitesse de rotation est telle, que les différents secteurs lumineux passent devant chaque point de la rétine avec une fréquence voisine de la fréquence des oscillations rétiniennes dont j'ai démontré la naissance à chaque excitation.

» Prenons, pour fixer les idées, un disque percé de vingt-quatre secteurs ayant chacun 5° et séparés, par conséquent, par des intervalles noirs de 10°, et faisons-le tourner au devant du champ lumineux déjà défini précédemment. Le regard est toujours supposé immobile. Pour des vitesses faibles, au-dessous d'un tour par seconde, par exemple, l'œil suit assez facilement le mouvement des secteurs noirs et blancs, bien distincts les uns des autres à cet éclairage et avec la grandeur indiquée; pour des vitesses un peu plus grandes, il arrive un moment où ce mouvement n'est plus aussi net; les secteurs semblent osciller dans différents sens. Si l'on accroît toujours régulièrement la vitesse, ces irrégularités se résolvent en un mouvement apparent très distinct d'une sorte de roue qui se déplacerait en sens inverse du disque lui-même, plus lentement que ce disque et indépendamment de lui; puis le disque semble immobile, vers un tour et demi par seconde; enfin, si l'on dépasse cette limite, la figure radiée plus lente reparaît et se déplace dans le sens du mouvement réel. L'expérience ne peut se prolonger beaucoup plus loin, car, si l'on augmente par trop la vitesse, l'intervalle des passages tombe au-dessous des limites de la persistance, et les secteurs se fusionnent.

» Ces phénomènes sont dus à ce que le passage de chaque secteur laisse en un point

donné de la rétine, par suite de la réaction négative, un certain nombre d'oscillations de l'impression lumineuse, *oscillations de période fixe* et qui produisent nécessairement le même effet que si un second disque semblable au premier se déplaçait au devant de lui avec une vitesse uniforme, la vitesse qui produirait un nombre de passages égal à celui des oscillations.

» Cette expérience, que je ne puis qu'indiquer ici dans ses traits principaux, permet donc de déterminer, d'une façon précise, la fréquence des oscillations rétiniennes : j'estime cette fréquence à 36 ou 37 par seconde en moyenne. L'approximation de cette mesure est limitée uniquement par les conditions physiologiques ; dans des conditions semblables, on retrouve le même nombre à une unité près.

» La fréquence des oscillations rétiniennes varie peu. Elle est cependant subordonnée, dans une certaine mesure, aux variations de l'intensité lumineuse, augmentant et diminuant légèrement avec elle. Je l'ai vue s'élever au plus à 40 par seconde et s'abaisser au minimum à 34.

» Elle est un peu plus grande au début de la fixation, ou quand on déplace brusquement le regard, et en général sous l'influence du repos. Si elle paraît souvent plus grande dans la vision indirecte, c'est qu'on fait tomber alors l'impression sur une place neuve de la rétine, et non par une propriété spéciale des parties périphériques ; dans des conditions égales, elles ne diffèrent pas des autres.

» Si l'on rapproche de ces chiffres mes premières estimations faites à l'aide de deux méthodes différentes, on voit que la concordance est aussi parfaite qu'on peut l'exiger d'expériences de cette nature. L'évaluation de la largeur de la bande noire, qui comportait plus d'indécision, m'avait conduit à admettre pour la durée d'une demi-oscillation, de $\frac{1}{65}$ à $\frac{1}{70}$ de seconde, soit une fréquence oscillatoire de 32 à 35. L'expérience des cannelures (formule de Döppler-Fizeau) m'avait donné une moyenne de 36 oscillations par seconde.

» On peut produire, quoique plus difficilement, des phénomènes stroboscopiques avec des disques percés d'un nombre d'ouvertures deux, trois, quatre fois moindre. L'expérience suivante est particulièrement instructive.

» Soit un disque percé seulement de 6 secteurs très étroits ayant chacun environ 3° ; les intervalles noirs seront donc 19 fois plus larges (57°). Si l'on fait tourner le disque précisément à la vitesse de 1 tour par seconde devant un éclairage convenable, la fréquence des oscillations produites à chaque passage d'un secteur éclairé sera un multiple exact de la fréquence de ces passages, et les oscillations, en concor-

dance harmonique avec ces derniers, seront renforcées comme l'est un diapason harmonique par son son fondamental. En regardant d'assez près le champ lumineux au devant duquel tourne le disque, on voit, indépendamment du déplacement de celui-ci, le champ divisé dans son entier en secteurs égaux et fixes, qui m'ont paru être environ 6 par intervalle, soit 36 pour toute la surface du disque.

» Il est donc possible de *partager la rétine en concamérations fixes* et de lui communiquer *des oscillations statiques d'une période voisine de* 36 *par seconde.* »

ZOOLOGIE. — *Le rejet de sang comme moyen de défense chez quelques Sauterelles*. Note de M. L. Cuénot, présentée par M. Blanchard.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai montré que certains Coléoptères peuvent rejeter au dehors des gouttes de sang, par une véritable *saignée réflexe* se produisant soit au niveau de la bouche, soit aux articulations fémoro-tibiales des pattes. Ce rejet a bien nettement la signification d'un moyen de défense, grâce aux produits répulsifs ou caustiques que le sang tient en dissolution.

» Les Orthoptères nous offrent aussi de beaux exemples de saignée réflexe, se présentant dans deux genres alliés de Sauterelles à élytres rudimentaires, c'est-à-dire incapables de voler et assez mal douées au point de vue du saut. Le premier cas est celui de l'*Eugaster Guyoni servi*, étudié par Bonnet et Finot ([2]), et ensuite par Vosseler ([3]).

» L'*Eugaster* est commun dans la région montagneuse de l'Algérie, de la Tunisie et de la frontière marocaine; quand on cherche à le saisir, il projette dans toutes les directions, à une très grande distance (jusqu'à $0^m,40$ et $0^m,50$) des jets d'un liquide orangé. Ce liquide s'échappe de pores allongés et étroits, qui se trouvent sur les trois paires de pattes, entre le coxal et le trochanter. Vosseler a constaté d'une façon certaine que c'était bien le sang même de l'animal qui était ainsi évacué au dehors; il paraît que ce liquide est caustique et peut déterminer une vive inflammation sur la conjonctive, et même sur les jointures des doigts, lorsqu'il est en quantité suffisante.

([1]) Cuénot, *Le rejet de sang comme moyen de défense chez quelques Coléoptères* (*Comptes rendus*, 16 avril 1894, p. 875).

([2]) Bonnet et Finot, *Les Orthoptères de la Régence de Tunis* (*Revue des Sciences naturelles*, 3e série, t. IV, p. 193; 1885).

([3]) Vosseler, *Biologische Mitteilungen über einige Orthopteren aus Oran* (*Jahreshefte des Ver. für vaterl. Naturkunde in Württ.*, p. 87; 1893).

» Les *Ephippigera* nous offrent un second cas de saignée réflexe, signalée en passant par Vosseler : « Sans doute, les gouttelettes émises par le » thorax de beaucoup d'Ephippigères, les proches alliés de l'*Eugaster*, sont » à rapprocher du rejet de sang des *Eugaster* et des *Meloe* ». J'ai pu étudier ce phénomène en détail chez l'*Ephippigera Brunneri* Bol. (Espagne).

» Quand on agace l'*Ephippigera Brunneri*, l'animal se cramponne fortement au sol et abaisse la tête et l'abdomen en faisant crier ses élytres. Le liquide cœlomique est évidemment comprimé par cette manœuvre, et l'on voit très bien, sous le pronotum relevé, au point d'attache de chaque élytre, apparaître une petite vésicule luisante, gonflée par le sang jaune; cette vésicule est tout simplement formée par la peau, extraordinairement mince à cet endroit, et constitue évidemment un point de moindre résistance. Lorsque la pression sanguine cesse, la boule se ratatine et devient invisible; quand elle augmente, la boule crève et il s'échappe une grosse goutte jaune clair, bien facile à reconnaître au microscope. Le processus de la saignée réflexe est donc ici extrêmement simple.

» Si l'on goûte le sang de l'*Ephippigera*, il paraît d'abord fade, puis il se développe une amertume qui devient finalement très prononcée, presque insupportable. Il y a certainement là un produit particulier, capable d'écarter les Lézards, comme nous allons le voir, et probablement aussi les Batraciens et les Mammifères.

» Je mets un *E. Brunneri*, très vigoureux, à vésicules intactes, dans un cristallisoir où vit un *Lacerta agilis* L.; dès que le Lézard l'aperçoit, il se précipite sur lui et le mord brusquement par le travers du thorax : l'*Ephippigera* se cramponne au sol en baissant la tête et l'abdomen et je vois une grosse goutte de sang, qui sort par l'une des vésicules éclatées. Le sang mouille la bouche du Lézard, qui s'écarte immédiatement, se frotte contre terre et se lèche longtemps comme pour faire disparaître le liquide. L'*Ephippigera* s'étant remis en marche quelques minutes après, le Lézard l'attaque encore deux fois, mais avec le même insuccès : il y a encore rejet de sang au même point et dégoût visible du Lézard, qui se frotte la bouche contre terre. Après ces trois attaques, séparées par des intervalles assez longs, il n'a plus touché à l'*Ephippigera;* certainement, sans sa saignée réflexe, celui-ci aurait été dévoré ou déchiré.

» La saignée réflexe n'est jusqu'à présent connue avec certitude que chez les deux espèces de Sauterelles citées; on la retrouvera certainement chez d'autres. Pour ma part, je l'ai cherchée en vain chez des genres alliés aux *Ephippigera* et *Eugaster*, et ayant aussi des élytres rudimentaires (*Platystolus, Pyenogaster, Thamnotrizon*); les vésicules cutanées dont il a été question plus haut n'apparaissent pas, même si l'on comprime forte-

ment l'animal. Le *Thamnotrizon cinereus* L., le seul que j'aie offert à un Lézard, a été immédiatement dévoré, comme on pouvait s'y attendre [1]. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'ampoule frontale des Insectes diptères de la famille des Muscides.* Note de M. **J. Künckel d'Herculais**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Dans une récente Communication, M. le Dr A. Laboulbène [2] a appelé l'attention sur certains phénomènes qui s'accomplissent chez les Diptères, notamment chez les Muscides, au moment de l'éclosion.

» Depuis Réaumur, qui le premier a noté avec soin [3] la *vessie blanche*, le *museau allongé* des Mouches en éclosion, dit M. Laboulbène [2], les auteurs qui l'ont cité et commenté, entre autres Lacordaire, Reissig, A. Weissmann, etc., n'ont pas, en ajoutant à ces judicieuses remarques, épuisé le sujet. J'apporte mon tribut pour démontrer que, parmi les Diptères *Cyclorapha*, ceux de la famille des Muscides en particulier, dont la nymphe doit soulever et détacher, pour éclore, un panneau [4] arrondi de la pupe, sont pourvus d'une vésicule céphalique, sortant de la tête entre l'épistome et le front, au devant des antennes.

» Ce passage pourrait faire supposer que nous ne sommes pas suffisamment éclairés sur l'existence, chez les Diptères *Cyclorapha*, et en particulier chez les Muscides, de l'ampoule frontale qui joue un si grand rôle dans le processus de l'éclosion; cependant nombre d'auteurs non seulement ont constaté la présence de cette ampoule, mais encore ont étudié ses attributions ainsi que les actions qui la mettent en jeu. Ce sont des faits devenus absolument classiques : Lacordaire ne dit-il pas dans son *Introduction à l'Entomologie*, t. I, 1834, p. 196 : « La Mouche commune, et » beaucoup d'autres Muscides, ont la faculté de gonfler la partie moyenne » de leur tête qui prend alors l'apparence d'une sorte de vessie d'un vo-

(1) Travail du laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Nancy. Je dois de vifs remercîments à M. Finot et au R. P. Pantel, qui m'ont aidé dans mon travail par leurs observations et leurs envois.

(2) A. Laboulbène, *Observations sur la vésicule céphalique des Insectes diptères de la famille des Muscides* (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 255; 5 février 1896).

(3) Et figuré (t. IV, 1738, p. 335 et suiv., Pl. XXIV, fig. 5, 6, 7, 8, 9 et 10 de ses *Mémoires pour servir à l'Histoire des Insectes*). J. K. d'H.

(4) Ce panneau correspond à la partie supérieure de la tête et aux tergites des deux premiers anneaux. J. K. d'H.

» lume aussi considérable que la tête elle-même, et qui, agissant contre » le couvercle de la pupe, la force bientôt à s'ouvrir ».

» D'autre part, indépendamment de Réaumur, Reissig, A. Weismann, seuls naturalistes nominativement cités par M. Laboulbène, d'autres observateurs se sont efforcés de découvrir le mécanisme physiologique, demeuré obscur qui détermine le gonflement de l'ampoule frontale. Tels sont von Gleichen qui a donné une bonne description et d'excellentes figures très amplifiées de l'ampoule frontale de la Mouche domestique, M. B.-Th. Lowne qui a émis des idées justes et des hypothèses hasardées sur les fonctions de cet organe chez la *Calliphora vomitoria;* A.-S. Packard auquel on doit d'intéressantes observations originales sur les transformations de la Mouche commune et des formes voisines. Enfin, j'ai, à mon tour, repris la question et démontré expérimentalement quelles étaient les causes du gonflement de ce singulier appareil. Voici ce que j'écrivais en 1875 :

» Deux opinions régnaient, en effet; Réaumur, Lacordaire, Reissig, Packard admettent que c'est l'air qui gonfle l'ampoule; pour MM. A. Weismann, Lowne, Künckel, c'est le sang qui afflue dans l'ampoule et la distend. La première opinion doit être rejetée; la seconde est la seule vraie. « M. A. Weismann prétend avec beaucoup de rai- » son, avons-nous écrit en 1875, que c'est par afflux de sang que la région frontale » est dilatée; il emploie même une expression heureuse pour peindre sa pensée : « La » Mouche transforme, pour rompre sa coque, une partie de sa tête en presse hydrau- » lique » et nous ajoutions : « Je ne partage pas les idées de M. A. Weismann, lorsque » celui-ci, attribuant l'afflux du sang au vaisseau dorsal, suppose que ce vaisseau a » quelques relations par son extrémité antérieure avec la vessie frontale; quand la » Mouche rompt sa coque et fait alternativement saillir cette vessie, *ses trachées ne* » *sont pas distendues par l'air,* ses ailes ne sont pas développées; mais elle est en » état de contracter ses muscles thoraciques et abdominaux; c'est une contraction de » ces muscles qui fait refouler brusquement le sang dans la tête, et cette contraction » est d'autant plus énergique qu'elle n'est pas amortie par l'élasticité des trachées. J'ai » fait, à ce sujet, une expérience qui démontre bien que le sang remplit la vessie » frontale; en la perçant avec une aiguille, le sang jaillit, et la Mouche éprouve une » violente hémorrhagie qui arrête son développement. Lorsque sa tête devient plus » consistante, sa dilatation devient impossible, la vessie frontale s'affaisse, se fripe et » se retire dans la cavité céphalique, le vertex se rapproche du front, et il ne reste » bientôt plus aucun vestige extérieur de cet appareil original qui appartient en propre » aux Diptères, etc.... Chez les *Musca,* les *Calliphora,* les *Lucilia,* les *Sarcophaga,* » la vessie se retrouve dans l'intérieur de la tête, sous l'apparence d'un repli du tégu- » ment ayant la forme d'un sachet à l'enveloppe ridée et chiffonnée, etc. »

» Que dit M. le Dr Laboulbène, p. 267 ?

» La vésicule céphalique est gonflée par un liquide, car lorsque cette vésicule est

fortement tendue en forme d'ampoule, si on la déchire, ou si on la coupe, il s'écoule du liquide et il ne sort pas d'air; » et il ajoute p. 268 : « Cet organe en forme d'ampoule se remplit de liquide sanguin, par la contraction des muscles abdominaux et thoraciques de la nymphe : il a pour usage spécial de supprimer le dernier obstacle à l'éclosion; j'ai enlevé d'un coup, et avec de fins ciseaux, la membrane tendue, il s'est écoulé constamment du liquide sanguin » et il termine par cette phrase : « la membrane rentrée se condense, s'atrophie ; elle a perdu son rôle physiologique absolument transitoire. »

» Et les Muscides observées par lui sont des *Calliphora*, des *Lucilia*, des *Sarcophaga*, des *Sepsis*, des *Curtonevra*, des *Anthomyia*.

» La comparaison des textes permettra de constater que M. le Dr A. Laboulbène n'a fait que confirmer nos observations et nos expériences sur les mêmes types ou des types voisins.

» Quant à la structure de la membrane tégumentaire de l'ampoule, elle a été décrite, en 1870, par Lowne, qui a très bien représenté les aspérités dont elle est couverte (*papillæ*, Lowne ; *aspérités*, Laboulbène).

» M. Laboulbène a passé sous silence une des plus importantes fonctions de l'ampoule frontale, qui avait échappé avant moi à l'attention des naturalistes; elle joue, en effet, le rôle d'un véritable réservoir dans lequel la Mouche fait affluer une masse de sang qu'elle refoule du thorax et de l'abdomen, pour diminuer la capacité de son corps. Avec quelque attention, on voit les contractions énergiques du thorax coïncider avec une dilatation énorme de la tête et une diminution du volume du corps. Il en résulte que la Mouche peut faire passer facilement son thorax à travers l'ouverture étroite de la pupe en s'aidant d'abord de quelques mouvements simultanés des hanches, des pattes postérieures; les poils qui les recouvrent, comme les barbes d'un épi emprisonné dans la main, facilitent la propulsion en avant [1].

» Si les Muscides adultes ont à leur service une *ampoule frontale*, nous avons montré depuis que les Acridiens naissants disposaient d'une *ampoule cervicale* dont le gonflement était également produit par afflux du sang contenu dans la cavité générale; ampoule frontale et ampoule cervicale ont des fonctions comparables [2]. »

---

[1] Voir la bibliographie et les renseignements complets : J. Künckel d'Herculais, *Recherches sur l'organisation des Volucelles*, p. 77, 78, 79 et 80; Paris, 1875.

[2] J. Künckel d'Herculais, *Mécanisme physiologique de l'éclosion, des mues et de la métamorphose chez les Insectes orthoptères de la famille des Acridides* (*Comptes rendus*, t. CX, p. 657; 1890).

BOTANIQUE. — *Sur la signification de la fécondation chez les Urédinées*. Note de M. **Sappin-Trouffy.**

« Lorsque nous avons présenté à l'Académie, il y a bientôt deux ans, un Mémoire intitulé : *Recherches histologiques sur les Urédinées*, le Rapport de la Commission du prix Desmazières nous faisait entrevoir que la réduction du nombre des chromosomes apporterait à nos observations un argument décisif dans la question de la fécondation (¹). Aujourd'hui, nous avons la satisfaction de pouvoir établir que cette réduction se produit et que, par suite, la fécondation chez les Urédinées est absolument comparable à celle des des plantes et animaux supérieurs.

» Il est facile de s'en convaincre en étudiant la manière dont se comporte le noyau dans le cycle complet du développement des Urédinées :

» A. Structure générale du noyau de la plante.

» B. Division du noyau.

» C. Fécondation.

» D. Germination de l'œuf.

» E. Comparaisòn avec les phénomènes de fécondation tels qu'ils sont actuellement connus ailleurs.

» A. Le noyau à l'état de repos possède deux chromosomes, fusionnés en une seule masse formée de nombreux replis chromatiques; au centre, on distingue un nucléole, à la périphérie une membrane nucléaire.

» Ce noyau est petit dans le thalle et la spermogonie, mais il augmente rapidement de volume dans l'écidiospore, l'urédospore et la téleutospore.

» B. La multiplication du noyau se fait à l'extrémité des filaments par division indirecte. Cette division a lieu perpendiculairement au grand axe du tube.

» Lors de la karyokinèse, la charpente chromatique se contracte et se rassemble en un seul cordonnet pelotonné. Le nucléole se montre sur le côté et disparaît dans le protoplasme avant la fin de la division. A ce moment, il apparaît au centre du noyau une ligne de substance transparente, qui partage la masse chromatique en deux chromosomes. Ces corps sont variqueux, parallèles entre eux et à l'axe du tube.

» Au stade suivant, chaque chromosome s'allonge en une petite bandelette, qui se renfle bientôt en massue à ses deux extrémités, tandis qu'elle s'amincit peu à peu au milieu et se sépare en deux moitiés ou chromosomes secondaires. Après la scission, les chromosomes secondaires forment deux couples qui s'écartent progressivement de

---

(¹) *Comptes rendus*, 17 décembre 1894.

l'équateur, et, arrivés aux pôles, chacun des couples donne naissance à un noyau-fille. Enfin, les noyaux-filles s'éloignent de plus en plus l'un de l'autre et prennent bientôt les caractères du noyau à l'état de repos. Peu après, une cloison transversale apparaît au milieu, délimitant deux nouvelles cellules.

» Depuis la sporidie produite par le promycélium jusqu'à la formation de l'écidiospore, chaque extrémité de filament ne possède qu'un seul noyau, qui se divise ainsi que nous venons de l'indiquer : il en résulte que les conidies, produites dans les spermogonies, n'ont qu'un seul noyau.

» A partir de l'écidiospore jusqu'à la téleutospore, chaque extrémité de filament possède deux noyaux qui se divisent parallèlement : il en résulte que l'écidiospore, l'urédospore et la téleutospore ont deux noyaux d'origine différente; dans la téleutospore, la parenté des noyaux se trouve ainsi très éloignée.

» C. Avant la fécondation, on n'observe dans la marche de la division aucune réduction du nombre des chromosomes; les noyaux en présence sont *entiers,* c'est-à-dire qu'ils renferment deux chromosomes. Ces noyaux ont le même volume et la même valeur; ils contiennent de gros nucléoles.

» Durant la fécondation, les membranes nucléaires disparaissent; mais, aussitôt après la fusion, il s'en forme une nouvelle autour du noyau sexuel. Les chromosomes, *au nombre de quatre,* s'unissent en un seul filament nucléaire; ce filament décrit à la surface un certain nombre de courbes qui donnent au noyau un aspect spongieux; au centre, on distingue un gros nucléole qui devient de moins en moins sensible aux réactifs.

» La fusion des éléments nucléaires est toujours complète; de plus, comme chaque noyau apporte deux chromosomes, il en résulte que la substance chromatique se trouve *doublée* et le volume du noyau sexuel augmenté.

» Notre attention doit maintenant se porter tout entière sur le promycélium : c'est là que va se produire la réduction de la substance chromatique.

» D. L'œuf germe par l'intermédiaire d'un promycélium qui fournit quatre sporidies. Le noyau se porte au milieu et se divise en deux autres; mais la figure karyokinétique, au lieu de présenter *quatre chromosomes,* comme ce serait le cas dans la division ordinaire, n'en présente plus que *deux.* Il y a donc, dans cette division, *réduction de moitié du nombre des chromosomes* du noyau sexuel. Les deux chromosomes sont placés à droite et à gauche d'un axe de substance amorphe, qui paraît correspondre à un fuseau nucléaire. Leur volume est deux fois plus grand que dans les noyaux négatifs; cependant la division n'en présente pas moins la même marche et les mêmes caractères.

» A peine cette division est-elle achevée, que les noyaux de la première génération commencent une nouvelle bipartition. Les noyaux ne passent donc pas à l'état de repos pour compléter, par la nutrition, leurs éléments, ce qui fait que la substance chromatique n'augmente pas de volume; ils sont dépourvus de nucléole et de membrane nucléaire. Par suite, les chromosomes sont *moitié plus petits* que ceux du noyau générateur. A part cela, la division n'offre rien de particulier. Les deux chromosomes se retrouvent dans les noyaux de la seconde génération *avec moitié moins de substance chromatique.* En un mot, le noyau sexuel subit deux bipartitions successives : la

première est *réductionnelle du nombre des chromosomes,* la seconde est à la fois *équationnelle et réductionnelle de la substance chromatique.*

» E. Comparons maintenant ces phénomènes de réduction à ceux que l'on observe chez les animaux et les plantes supérieures. Deux types sont aujourd'hui bien étudiés; d'une part, chez les animaux, le *Pyrrochoris Apterus;* de l'autre, chez les végétaux, le *Lilium Martagon.*

» Dans ses recherches sur la fécondation du *Pyrrocharis apterus,* M. Henking a vu que le noyau de l'ovule et le noyau de la cellule mère du spermatozoïde subissaient chacun deux bipartitions. D'après cet auteur, la première est une division réductionnelle du nombre des chromosomes; la seconde, une division équationnelle : il nous semble qu'elle est, de plus, réductionnelle de la quantité de la substance chromatique. Or ces deux divisions sont absolument identiques à celles que nous venons d'indiquer dans le promycélium.

» Dans le *Lilium Martagon,* M. Guignard a également signalé les phénomènes de réduction qui portent sur le nombre des chromosomes dans les noyaux sexuels au moment de la fécondation.

» Chez les Urédinées, on trouve à la fois réduction du nombre des chromosomes et réduction de la substance chromatique, seulement ces phénomènes, au lieu de précéder la fécondation, la suivent, ce qui ne change rien au résultat : *partout l'œuf conserve les propriétés de l'espèce et les transmet intégralement aux descendants avec le même nombre d'éléments chromatiques* [1]. »

BOTANIQUE. — *Sur la miellée des feuilles.* Note de M. **Gaston Bonnier.**

« Sous le nom de *miellée,* on désigne d'une manière générale la substance sucrée qui se produit sur les parties végétatives des plantes, et en particulier des arbres, en certaines circonstances.

» Dans les années ordinaires, c'est pendant les chaleurs de juin et de juillet que l'on voit tomber des arbres de nos pays cette pluie de gouttelettes sucrées, qui recouvre tous les objets placés au-dessous et, en particulier, les feuilles des branches inférieures. En certaines années, où l'été s'est trouvé chaud et sec, par exemple en 1885 et en 1893, la miellée a été très abondante et a fourni aux abeilles une importante récolte.

---

[1] Ce travail a été fait au Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Poitiers, dirigé par M. Dangeard.

» On a discuté beaucoup sur l'origine de la miellée (¹). Certains auteurs voient dans la miellée une production due surtout à une exsudation directe des feuilles; d'autres sont, au contraire, d'avis que la miellée n'a jamais une origine directe et est toujours produite par des Pucerons ou des Cochenilles, qui attaquent les feuilles et expulsent la majeure partie du liquide sucré qu'ils ont aspiré.

» J'avais déjà indiqué l'origine de deux miellées différentes, l'une produite par les Pucerons, la plus fréquente; l'autre, produite directement par le végétal (²); mais, comme la tendance actuelle de beaucoup d'entomologistes serait plutôt d'admettre exclusivement la seule origine animale de la miellée, je me suis proposé de rechercher, par des observations et des expériences nouvelles, si réellement on ne doit attribuer l'origine de la substance sucrée des feuilles qu'à cette seule cause.

» Dans certaines circonstances atmosphériques, surtout lorsqu'il y a une grande différence de température entre le jour et la nuit, on peut ne trouver aucun insecte sur les feuilles et voir cependant un liquide sucré qui se réduit en gouttes et qui tombe après le lever du Soleil. L'observation directe, en employant le microscope, par réflexion, ne laisse aucun doute à cet égard; car, après avoir essuyé la feuille avec du papier buvard, on en voir sortir de fines gouttelettes par les orifices des stomates.

» J'ai constaté ce phénomène sur les Épiceas, les Sapins argentés, les Pins silvestres, les Pins d'Autriche, les Chênes, les Érables, les Trembles, les Peupliers, les Aunes, les Bouleaux, les Vignes, et sur des plantes herbacées telles que les Vélars, Roquettes, Scorzonères, Salsifis, etc.

» Dans plusieurs séries d'expériences, j'ai mesuré la quantité de miellée qui se reforme au bout du même temps, sur une feuille donnée, et j'ai trouvé que cette quantité varie beaucoup pendant la journée. Citons l'expérience suivante :

» Le 20 juin, une petite branche de chêne non détachée de l'arbre, sur laquelle j'avais constaté l'absence totale de toute espèce d'insectes, a été mise sous une gaze protectrice. J'ai considéré en particulier une feuille de cette branche qui mesurait environ 15^{cq} : pour chaque observation, j'essuyais avec du papier buvard toute la surface de la feuille; au bout d'une heure, j'aspirais avec une pipette tout le liquide qui s'était reformé. Voici les résultats obtenus :

(¹) L'historique de la question a été fait par M. Büsgen [*Der Honigtau* (*Jenaisch Zeitschrift für Natur*, 1891)].

(²) G. Bonnier, *Les nectaires* (*Ann. Sc. nat. Bot.*, p. 65; 1879).

	Température.	État hygrométrique.	Volume de miellée reformée.	Lumière.
	°		mmc	
6h matin..........	18,5	0,97	175	Lumière diffuse
8h matin..........	20,5	0,81	78	Soleil intermittent
10h matin..........	25,5	0,68	28	Soleil constant
Midi..............	27,5	0,60	5	»
2h, 4h, 6h et 8h soir..	»	»	0	»
10h soir............	21,0	0,90	4	Nuit
6h matin..........	17,5	0,96	162	Lumière diffuse

» On voit que la production de la miellée végétale s'annule pendant la journée et augmente progressivement pendant la nuit; c'est ce qui n'a pas lieu pour la miellée produite par les pucerons, dont l'activité, au contraire, se ralentit pendant une nuit froide.

» Par d'autres expériences, j'ai étudié isolément l'influence de l'état hygrométrique, de la lumière et de la température, et, en combinant les causes les plus favorables, j'ai pu provoquer artificiellement l'apparition de la miellée sur des feuilles d'arbres qui n'en présentaient pas naturellement le même jour.

» Bien que les abeilles puissent aller recueillir n'importe quelle matière contenant du sucre, lorsqu'elles n'ont rien de mieux à leur disposition, elles vont toujours butiner, lorsqu'elles ont le choix, là où la substance sucrée est la meilleure. Lorsque la floraison des plantes mellifères est abondante, elles délaissent la miellée, surtout celle qui est produite par les Pucerons; elles y butinent, au contraire, les jours où il y a disette de plantes mellifères.

» Si l'on compare entre elles les compositions chimiques des différentes miellées, on trouve qu'elles varient beaucoup selon les cas.

» M. Maquenne (1) a montré que le suc non réducteur signalé par Boussingault (2) dans la miellée de Pucerons du Tilleul, est, non pas du sucre de canne, mais de la mélézitose, identique au sucre découvert par M. Berthelot dans la manne du mélèze et à celui signalé par M. Villiers dans la manne de Perse. J'ai constaté, d'autre part, que les miellées de Pucerons peuvent renfermer de la mannite ou une forte proportion de dextrine; j'ai trouvé, par exemple, dans la miellée de Pucerons du Prunier,

---

(1) Maquenne, *Sur la composition de la miellée du Tilleul* (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 127; 1893.

(2) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 87 et 472; 1882.

32 pour 100 d'un sucre non réducteur. En général presque toutes ces miellées sont lévogyres.

» Les miellées d'origine végétale que j'ai analysées ont, au contraire, une composition qui se rapproche beaucoup plus de celle des nectars des fleurs.

» On peut donc conclure de l'ensemble de ces recherches, que :

» *Bien que les Aphidiens et les Cochenilles soient le plus souvent la cause de la miellée, il existe cependant des miellées d'origine végétale, qui diffèrent des miellées de Pucerons par leur mode de production, leur variation diurne et leur composition chimique.* »

BOTANIQUE. — Mucor *et* Trichoderma. Note de M. **Julien Ray**. (Extrait.)

« J'ai, dans une précédente Note, rendu compte de mes observations sur deux champignons, un *Mucor* (*M. crustaceus*) et un *Trichoderma* (voisin de *T. viride*) : ce dernier peut vivre en parasite interne sur *Mucor crustaceus;* j'ai indiqué les modifications résultant de cette association.

» M. Paul Vuillemin présente à son tour (*Comptes rendus,* p. 258 de ce Volume, 3 février 1896) des observations qu'il a faites sur le *Mucor mucedo* et le *Trichoderma viride :* il a constaté aussi des relations entre les deux plantes, mais ces relations ne sont pas de même nature : il s'agit, pour lui, d'un parasitisme externe, voisin du saprophytisme, et l'auteur se demande s'il n'en serait pas de même pour le *T. viride* et le *M. crustaceus*.

» Je puis affirmer de nouveau l'exactitude de mes observations. Et d'abord, ce n'est pas « dans des cultures épuisées, commençant à se dessécher », que j'ai rencontré ensemble et étudié ensuite le *T. viride* et le *M. crustaceus*. Ces deux moisissures se sont développées à la surface d'empois d'amidon, en couche épaisse et parfaitement humide, abandonné dans un cristallisoir; en certaines régions de la surface, le *Mucor* et le *Trichoderma* se trouvaient isolés, chacun en végétation vigoureuse; en d'autres points, le second envahissait le premier. J'ai fait des cultures pures des deux plantes et je les ai examinées chacune séparément. C'est dans de pareilles cultures, très fraîches, que se voyaient les kystes endogènes (ceux qu'on rencontre dans des cultures épuisées de *M. mucedo*).

» J'ai ensuite étudié l'association du *Mucor* et du *Trichoderma*, et l'association naturelle sur l'amidon et l'association artificielle obtenue en semant

des spores de *Trichoderma* dans une culture de *Mucor* : le *Trichoderma pénètre dans le Mucor*, il s'y comporte comme il a été dit dans ma Note du 6 janvier; et s'il pouvait y avoir matière à illusion dans les rapports entre un filament de *Trichoderma* et un tube sporangifère de *Mucor*, il me semble qu'il n'y a plus d'illusion possible quand il s'agit de la présence d'un paquet de filaments *dans la columelle* du *Mucor*. Or, j'ai fait remarquer que, « arrivés dans la columelle, les filaments forment un peloton très enchevêtré ». Parmi les sporanges attaqués ainsi, il y en a qui renferment simplement quelques spores; on n'a donc point affaire là aux « derniers rudiments de sporanges » d'une vieille culture. D'ailleurs toutes les altérations que j'ai signalées ont apparu dans des cultures en excellente santé, à la suite de l'introduction du parasite.

» Il y a donc bien parasitisme et *parasitisme interne* du *Trichoderma* sur le *Mucor* (*crustaceus*). C'est bien aussi chose nouvelle que cette association entre Ascomycètes et Mucorinées.... »

GÉOLOGIE. — *Les couches à Hippurites dans la partie moyenne de la vallée du Rhône*. Note de M. **H. Douvillé**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Le terrain crétacé supérieur forme dans le nord du département du Gard et dans la Drôme un bassin assez nettement délimité, qui s'étend sur la rive droite du Rhône entre Uzès et Vallon (Ardèche) et se prolonge sur la rive gauche, depuis Uchaux jusqu'à Dieulefit et Nyons. La partie supérieure de la formation crétacée y est représentée par des couches à Hippurites et des lignites, qu'on a généralement rapprochées des couches similaires par lesquelles se termine également le crétacé de la Provence. Nous croyons que ce rapprochement n'est pas justifié et que ces deux systèmes de couches présentent seulement une *analogie de faciès* sans être *synchroniques*.

» Jusqu'à présent, on manquait de documents paléontologiques suffisants pour paralléliser les diverses faunes à Hippurites. Mais l'étude détaillée que nous avons faite de ces derniers fossiles, depuis plusieurs années, nous a montré que, non seulement ils étaient susceptibles d'une détermination rigoureuse, mais encore qu'ils s'étaient modifiés assez rapidement pendant la période du Crétacé supérieur, pour nous fournir des indications précises sur l'âge des couches où on les rencontre.

» Les couches inférieures du bassin que nous étudions sont bien connues

et d'un âge parfaitement déterminé; les grès d'Uchaux avec *Amm. papalis* et *Amm. peramplus* se terminent par une assise à *Amm. Requieni* représentant bien certainement le Turonien supérieur.

» Immédiatement au-dessus le faciès change; les grès fins à Ammonites sont remplacés par des sédiments plus grossiers à faciès littoral : les grès de Mornas dans lesquels les Hippurites apparaissent, puis les calcaires à Hippurites recouverts eux-mêmes par une formation de sables et d'argiles avec lignites; en bien des points, on peut s'assurer qu'il y a passage graduel entre les deux systèmes de couches et, souvent même, les couches à Hippurites alternent avec les lignites. Ce fait a été signalé, notamment par M. Fallot à Piolenc et à Nyons, par Emilien Dumas et M. Sarrau d'Allard à Vénéjean et à Aigaliers. Les lignites du Gard et de la Drôme sont donc intimement liés aux calcaires à Hippurites de la région et leur ont succédé immédiatement. Leur faune est du reste différente de celle du midi de la Provence, comme l'a reconnu M. Matheron (Aigaliers).

» Si nous reprenons maintenant l'étude des calcaires à Hippurites, nous verrons que leur faune est partout la même. A Nyons, M. Paquier a recueilli les *Hippurites resectus, Requieni* et *Moulinsi;* les mêmes espèces se retrouvent dans les grès de Mornas, tandis qu'à Piolenc les deux premières formes paraissent seules exister. Sur la rive droite, les couches à Hippurites se retrouvent à Gatigues immédiatement au-dessous des lignites, comme à Piolenc; leur faune est un peu plus riche, et, aux espèces précédentes, vient s'ajouter l'*H. giganteus,* recueilli par M. Carez, en plusieurs points du département du Gard et jusque dans les environs de Vallon.

» Cette faune succède à Uchaux au Turonien supérieur; elle a donc, incontestablement, commencé à l'époque *coniacienne,* mais la région considérée ne peut nous fournir aucune limite d'âge supérieur; c'est plus au sud, dans le bassin provençal, qu'il faut aller la chercher.

» La coupe si détaillée des Martigues, relevée par M. Vasseur ([1]), nous a montré que la faune de Gatigues s'y rencontrait nettement caractérisée au-dessus du Turonien supérieur à *Hipp. inferus* et au-dessous de couches santoniennes à *H. galloprovincialis,* représentées dans les environs de Toulon par les couches du val d'Aren.

» Les couches à Hippurites du Gard et de la Drôme sont donc bien essentiellement coniaciennes, sans qu'il soit possible d'affirmer qu'elles

---

([1]) Vasseur, *Bull. Soc. géol. Fr.*, 1re série, t. XXII, p. 430, et Observations de M. Douvillé, *ibid.*, t. XXIII, *C. R. S.*, p. vii; 21 janvier 1895.

n'empiètent pas un peu sur la base du Santonien. La faune à *Exogyra spinosa,* signalée près de Bagnols par M. Toucas, dans les calcaires à Hippurites, n'est, du reste, pas contraire à cette manière de voir.

» Les lignites qui succèdent aux calcaires appartiennent dès lors au Santonien inférieur, et l'on peut dire, en modifiant très légèrement les conclusions de M. Fallot, que la mer était devenue très peu profonde dans le Gard et la Drôme à l'époque du Coniacien et que, le mouvement d'exhaussement continuant, il n'est plus resté, pendant le Santonien inférieur, que des lagunes dans lesquelles se sont déposés les lignites.

» Au nord, les lagunes étaient en bordure d'une mer plus largement ouverte et qui reculait peu à peu; à Nyons, comme l'a fait remarquer M. Paquier, les lignites reposent sur des couches à Ammonites coniaciennes (*Amm. Haberfellneri*, *A. petrocoriensis*); à Dieulefit, la faune étudiée par M. Fallot et revisée par M. de Grossouvre, est encore principalement coniacienne, tandis que dans la forêt de Saoù l'*Amm. texanus* indique la présence de la mer santonienne reculant toujours devant les lagunes à lignites.

» Si donc pendant le Turonien il existait dans le Gard et la Drôme un bras de mer plus ou moins analogue à la Manche actuelle, et communiquant librement avec les mers septentrionales, cette communication a commencé à s'obstruer pendant le Coniacien, permettant ainsi l'invasion de la faune méridionale à Hippurites; à la fin du Coniacien, la communication était définitivement rompue, et la mer reculait peu à peu à la fois vers le nord et vers le midi. Elle abandonnait définitivement la Provence à la fin du Santonien, et dans le bassin aquitanien elle se retirait peu à peu vers l'ouest jusqu'à la fin du Campanien. Au sud des Pyrénées, en Catalogne, un mouvement inverse se produisait d'abord, la mer campanienne débordait de toutes parts sur la mer santonienne, puis elle reculait à son tour devant les lagunes du Garumnien.

» Pendant ces divers mouvements la mer septentrionale continuait à baigner le pied occidental des Alpes, dessinant une sorte de bras de mer étroit qui s'avançait au sud en passant à l'est du Diois et pénétrait jusque dans la région des Alpes maritimes. Aucune communication ne paraît avoir existé entre ce bras de mer et les bassins à Hippurites de la Provence.

» La liaison intime des couches à Hippurites avec les grès littoraux de Mornas et avec la formation lignitifère montre que ces dépôts se sont effectués dans une mer très peu profonde. Les Hippurites paraissent donc

avoir été essentiellement des animaux de rivage; les bancs qu'ils forment au milieu des lignites rappellent tout à fait les bancs de grandes huîtres, si fréquents dans le Tertiaire et constitués par des espèces appartenant au groupe de l'Huître de Portugal (*Gryphea angulata*); d'autres fois, leur association avec de nombreux coraux composés et avec des Algues calcaires (*Lithothamnium*), indique qu'ils ont pu descendre jusqu'à la limite inférieure de la première zone littorale, c'est-à-dire jusqu'à la profondeur de 35^{m} environ. Dans ces conditions, on comprend que ces fossiles puissent fournir des renseignements précieux sur les déplacements successifs des rivages de la mer pendant la période du Crétacé supérieur. »

GÉOLOGIE. — *De l'existence de nombreux Radiolaires dans le Tithonique supérieur de l'Ardèche.* Note de **L. Cayeux**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Le Tithonique supérieur du Sud de l'Ardèche est représenté par des calcaires blancs compacts, pauvres en fossiles et caractérisés par le *Perisphinctes transitorius*.

» Au microscope, ces calcaires se montrent criblés de petits organismes qui présentent deux manières d'être principales :

» 1° Sections en cloches de formes variées, simples ou partagées en deux segments inégaux par un étranglement transversal (hauteur moyenne : $0^{mm},06$);

» 2° Sections circulaires ou faiblement elliptiques (diamètre moyen : $0^{mm},05$).

» Les unes et les autres sont pourvues d'un double contour et treillissées. Ce sont des coupes pratiquées par la section de la roche dans des *Radiolaires* du groupe des *Cyrtoidea*. J'ai reconnu les genres suivants :

» Section des Monocyrtida. — G. *Cornutanna* Hæckel, *Cyrtocalpis* Hæckel et un genre nouveau qui s'intercale entre les deux précédents.

» Section des Dicyrtida. — G. *Sethocephalus* Hæckel, *Dictyocephalus?* Ehrenb.

» A ces formes, je dois ajouter un *Rhopalostrum* Ehrenb. qui est l'unique représentant de l'ordre des *Discoidea*.

« En résumé, des quatre légions de Radiolaires actuels, deux seules existent dans le Tithonique supérieur de l'Ardèche : ce sont les *Spumellaria* avec le genre *Rhopalostrum*, et les *Nassellaria* avec les formes de *Cyrtoidea* énumérées ci-dessus. Parmi ces derniers, les *Monocyrtida* prédominent de beaucoup et les *Cyrtocalpis* viennent au premier rang. Des recherches ultérieures pourront enrichir cette faune, mais on peut affirmer, dès maintenant, qu'elle a pour caractère d'être peu variée.

» Les autres débris organiques qui prennent part à la formation du calcaire à *P. transitorius* sont des spicules calcifiés de *Spongiaires* et des *Foraminifères*. Ils sont d'une grande rareté.

» J'ai prélevé les échantillons que j'ai examinés dans différentes localités du sud de l'Ardèche : Auriolle, Saint-Alban, Berrias, Banne, etc. Tous sont d'une richesse surprenante en Radiolaires. Ces organismes y sont réunis en telle quantité que parfois ils se touchent. Le calcaire qui les renferme est donc issu d'une boue à Rhizopodes siliceux qui rappelle, par sa richesse en organismes, la boue à Radiolaires du Pacifique. Or, le calcaire à *P. transitorius* n'est nullement siliceux. Tous les Radiolaires, sans exception, ont été calcifiés et la substitution du carbonate de chaux à la silice s'est faite de façon à respecter non seulement la forme des organismes, mais encore les détails de structure de leur test. Ce phénomène de métamorphose est en tous points comparable à celui qui a donné les belles Diatomées calcifiées du calcaire de Sendaï (Japon).

» Tous les genres cités plus haut vivent encore de nos jours. Les *Rhopalostrum* recueillis par le *Challenger* sont pélagiques, à l'exception d'une seule espèce trouvée à 1950 brasses. Les *Sethocephalus* sont uniquement pélagiques. Quant aux *Cornutanna* et *Cyrtocalpis*, ils comptent des espèces tant de surface que de profondeur. Il n'y a donc pas de conclusion bien nette à tirer de la distribution bathymétrique actuelle des Radiolaires du Tithonique supérieur. Mais il y a, entre toutes les formes que j'ai examinées, une telle uniformité de taille et d'épaisseur de test, qu'il faut conclure que leur mode de vie a été le même. Comme un certain nombre sont exclusivement pélagiques, j'incline à penser que tous ont été des animaux de surface.

» Mes recherches n'ont porté que sur des échantillons de l'Ardèche, mais je suis convaincu que la même composition organique se retrouvera au niveau de *P. transitorius*, bien au delà des limites de ce département. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le mode de formation des minerais aurifères du Witwatersrand (Transvaal)*. Note de M. L. DE LAUNAY, présentée par M. Daubrée.

« Dans une Note antérieure (¹), nous avons résumé nos principales observations sur les minerais aurifères du Witwatersrand ; nous allons essayer d'en tirer quelques conclusions :

» Ainsi que nous avons déjà eu l'occasion de le dire, si nous considé-

(¹) Séance du 3 février 1896.

rons, d'abord, la formation des quartzites et conglomérats aurifères, indépendamment de l'or qui s'y rencontre, nous croyons qu'on a affaire là à des dépôts très étendus, et nullement restreints à la petite cuvette lacustre que l'on a parfois imaginée, dépôts ayant commencé par être à peu près horizontaux et devant leur allure actuelle à un plissement postérieur, qui y a constitué un grand synclinal nord-est-sud-ouest.

» Quant à la présence de l'or, qui n'est en aucune façon nécessairement liée au développement des conglomérats et doit, au contraire, selon toutes vraisemblances, constituer un fait relativement local, toutes les hypothèses que l'on peut tenter pour l'expliquer se ramènent forcément à trois : l'or a-t-il été formé avant, pendant ou après le conglomérat?

» Dans la première théorie, or et galets résulteraient de la destruction d'anciens filons de quartz, dont les débris auraient été simplement soumis à un charriage et à une préparation mécanique, c'est-à-dire que l'on aurait affaire à un véritable placer de la période primaire. Comme il est nécessaire d'expliquer ce fait capital et d'observation constante que l'or et la pyrite sont exclusivement dans le ciment, jamais dans les galets, on peut, à la rigueur, ajouter, pour justifier cette thèse, que les parties aurifères des quartz, étant les plus friables, ont été les plus complètement détruites, et que les fragments se sont fendus suivant les veinules de pyrite aurifère constituant des lignes de moindre résistance, tandis que les noyaux stériles subsistaient, ou encore que les galets ont été apportés d'un côté dans le bassin de sédimentation, tandis que le sable fin du ciment, la pyrite et l'or y arrivaient d'un autre.

» Dans la seconde supposition, celle de la formation contemporaine de l'or et des sédiments, il y aurait eu, probablement sur une plage, où des fragments de quartz d'une origine quelconque étaient triturés et roulés par les vagues, de l'or et du sulfure de fer en dissolution dans l'eau, substances qui se seraient précipitées chimiquement comme les sulfures cuprifères du Mansfeld, en Allemagne, ou les nodules plombifères des grès de Commern et de Mechernich, dans la Prusse rhénane, ou encore les minerais de cuivre associés aux conglomérats du Boléo et, roulées sur place par les vagues, se seraient déposées plus ou moins pêle-mêle avec les galets. Pour tenir compte de ce fait caractéristique que l'or est presque exclusivement dans les conglomérats et non dans les grès intermédiaires, on admettrait l'influence d'une préparation mécanique ayant concentré l'or et la pyrite, en leur qualité d'éléments lourds, avec les galets les plus gros, comme cela s'est passé pour tous les dépôts d'alluvions aurifères. Peut-être aussi pourrait-on remarquer que le passage d'un conglomérat à un grès dans une

série de dépôts sédimentaires correspond, soit directement à un mouvement du sol, soit à une modification dans le régime des courants (qui a pu être produite par un mouvement du même genre) et supposer, dès lors, que ce mouvement aurait amené chaque fois un épanchement de sources sulfureuses renouvelant les éléments métallifères en dissolution dans l'eau.

» Il n'est pas difficile d'expliquer, dans cette théorie, la présence de la pyrite cristalline, à côté de la pyrite roulée, par une recristallisation dont nous connaissons nombre d'exemples; d'autre part, en toute hypothèse, les surfaces des galets ont dû exercer une action précipitante, et le dépôt a dû se former sur eux, comme on le constate fréquemment pour des cailloux placés dans une eau ferrugineuse ou calcaire, qui se recouvrent bientôt de rouille ou de carbonate de chaux. La précipitation de l'or en dissolution n'est pas non plus difficile à expliquer, et il n'est pas nécessaire de démontrer la présence de matières organiques réductrices (dont on peut pourtant signaler des exemples à Buffelsdorn, à l'Orion, etc.); l'or est précipité de ses dissolutions par toute espèce d'influences, entre lesquelles on n'a que l'embarras du choix. Enfin, l'origine première de l'or peut être attribuée, soit à des sources chaudes tenant de l'or et de la silice en dissolution, comme celles auxquelles on attribue la formation des quartz aurifères filoniens, soit même à la destruction de filons de ce genre, mais destruction suivie ici d'une dissolution chimique, au lieu d'être limitée à une simple préparation mécanique.

» La vraie difficulté, que nous ne nous dissimulons pas, dans cette hypothèse, c'est qu'il faut supposer, pendant le laps énorme de temps ayant dû s'écouler depuis le dépôt de la première couche aurifère de Rietfontein jusqu'à la dernière du Black reef, la présence persistante, ou le retour très fréquent dans l'eau de mer concentrée, de sulfures de fer et d'or en dissolution.

» Enfin, la troisième théorie, qui nous a un moment paru très séduisante, mais que la présence à peu près constante de pyrite roulée dans les minerais nous a forcé à abandonner, c'est que l'imprégnation pyriteuse et aurifère s'est produite postérieurement au dépôt du conglomérat, indépendamment de la nature et de l'origine de ses galets et seulement en relation avec leur dimension, leur structure physique et leur disposition.

» Même dans cette hypothèse, on ne peut supposer que l'intervalle de temps entre le dépôt des galets et la présence du ciment métallifère ait été bien long puisque, dans le cas du Black reef, la contemporanéité de la

formation aurifère et de la sédimentation est à peu près incontestable et que, d'ailleurs, on ne trouve guère de couches de galets un peu anciennes sans que ces galets aient été déjà soudés par de la silice. Mais on n'a besoin d'invoquer qu'une seule venue sulfureuse au lieu d'en admettre toute une série; on rend compte de la localisation fréquente de l'or dans de petits conglomérats situés entre les quartzites et les schistes (le contact d'une couche schisteuse étant toujours propice à la circulation des eaux), et l'on explique également comment la venue aurifère est indépendante de la nature des galets, auxquels on n'attribue plus que le rôle d'un filtre, dont les éléments n'ont aucune raison de renfermer de l'or par eux-mêmes; la localisation de l'or dans les couches à galets résulterait alors de ce que les interstices y étaient plus largement ouverts à la pénétration des eaux que dans les sables des quartzites et, si l'on admettait un rapport entre l'or et les roches éruptives ou entre la teneur et la pente des couches, ces phénomènes deviendraient également très simples à comprendre.

» Cette hypothèse a cependant le défaut de ne pas bien expliquer pourquoi des couches à galets de même grosseur et identiques comme structure physique sont, à quelques mètres de distance, les unes aurifères, les autres stériles, et surtout elle est absolument incompatible avec la présence constante de la pyrite roulée.

» En résumé, nous trouvons à la première et à la troisième hypothèse deux objections qui nous paraissent trop fortes pour les négliger; d'une part, au simple dépôt de placer le fait que jamais aucun galet, si gros qu'il soit, ne contient d'or; d'autre part, à l'imprégnation postérieure, l'état roulé de la pyrite : nous sommes donc conduit à admettre, comme la plus vraisemblable, la seconde hypothèse, c'est-à-dire une précipitation chimique de l'or et de la pyrite pendant la sédimentation même. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un mode de formation hypothétique des conglomérats aurifères du Transvaal.* Note de M. E. CUMENGE, présentée par M. Friedel.

» L'intérêt qui s'attache à la colossale formation aurifère de l'Afrique australe m'engage à publier, à la suite de mon voyage au Witwatersrand, une hypothèse sur le mode de formation des conglomérats aurifères de cette région.

» Déjà, dans mon Ouvrage sur l'Or, j'avais signalé, comme devant être

pris en considération, le rôle que peuvent avoir joué les auro-silicates alcalins dans la genèse du métal précieux. Je viens aujourd'hui soumettre à l'Académie les premiers résultats de mes expériences, en montrant un conglomérat aurifère artificiel, laissant à de plus savants que moi le soin d'en tirer des conclusions définitives.

» Tout le monde connaît le produit, appelé vulgairement *liqueur des cailloux*, que l'on obtient en attaquant à chaud la silice par une liqueur alcaline. M. Daubrée a même montré qu'il se formait du silicate alcalin par l'agitation prolongée de galets feldspathiques en présence de l'eau. Il est donc plus que probable qu'à certaines époques géologiques les silicates alcalins ont existé en abondance dans les eaux des mers géologiques anciennes et dans les émanations hydrothermales à la suite desquelles se sont formés les gîtes métallifères.

» Mes premières expériences avaient pour point de départ l'*acide aurique* et j'avais montré qu'un aurate alcalin pouvait se combiner avec des silicates pour former des verres diversement colorés. Je me suis attaché, dans mes nouvelles expériences, à prendre comme point de départ les sels d'or, les chlorures, fluorures ou tellurures d'or étant probablement la forme sous laquelle les émanations souterraines ont amené le métal précieux à la surface.

» Si l'on prend une petite quantité d'or, qu'on le dissolve dans l'eau régale et que l'on rende la liqueur alcaline par l'addition d'un excès d'alcali caustique, il ne se forme pas de précipité sensible, et l'or reste dans la liqueur, probablement à l'état d'aurate alcalin.

» Si, d'autre part, on prend une dissolution claire de liqueur des cailloux et qu'on l'additionne de la liqueur alcaline aurifère, il ne se forme pas de précipité, et l'on doit admettre l'existence d'un auro-silicate alcalin en dissolution.

» Enfin, si la précédente liqueur est saturée par de l'acide carbonique, à l'aide d'un appareil à eau de Seltz, par exemple, toute la silice est précipitée à l'état de silice gélatineuse, entraînant l'or en parcelles infinitésimales.

» On ne dispose pas, dans un laboratoire, des forces de la nature, ni du temps, ce facteur si important dans les formations géologiques, aussi ai-je dû employer la chaleur pour passer à la silice compacte aurifère ; je mets sous les yeux de l'Académie de la silice grenue, obtenue en laissant simplement à l'air le produit bien lavé de la décomposition par l'acide carbonique.

» J'ai ajouté pour figurer le conglomérat, dont la pâte siliceuse forme le ciment, quelques petits cailloux de quartz, le tout représentant assez bien le conglomérat aurifère du Rand. Ainsi que dans ce dernier l'or est à peine visible; cependant, comme l'échantillon artificiel est très riche, on peut y apercevoir à la loupe quelques très fines lamelles d'or qui a cheminé dans la masse pour se rassembler.

» On peut objecter qu'il reste très probablement un peu d'alcali dans la silice gélatineuse de l'expérience et que c'est à la faveur de cet alcali qu'une espèce de fusion, où plutôt de *fritte* s'est produite; mais rien ne dit que la même circonstance ne se soit pas présentée dans les phénomènes naturels. La présence du mica et des matières chloriteuses dans le ciment quartzeux des conglomérats du Rand semblerait attester, en même temps, la présence des alcalis dans la masse originelle siliceuse et celle du chlore ou du fluor dans les émanations hydrothermales qui, suivant nous, ont apporté à ce ciment son appoint de métal précieux.

» Cette Note n'a pas la prétention d'expliquer tous les phénomènes géologiques du Witwatersrand, au sujet desquels M. Robellaz et moi comptons publier des documents plus étendus, mais peut-être ces expériences, que je compte continuer sous une forme plus rapprochée des conditions naturelles, pourront-elles jeter un jour nouveau sur la genèse de l'or. »

MINÉRALOGIE. — *Sur quelques formes nouvelles ou rares de la calcite des géodes du calcaire à entroques de Couzon* (*Rhône*). Note de M. **Ferdinand Gonnard**, présentée par M. Fouqué.

« L'étude que j'ai faite récemment des beaux cristaux de calcite que l'on trouve dans les géodes quartzeuses du calcaire à entroques des carrières de Couzon, et que je me propose de poursuivre, m'a conduit à y reconnaître un certain nombre de faces nouvelles ou rares. Les combinaisons de formes y sont des plus variées; et Bournon, qui, le premier, avait signalé l'intérêt de ce gisement à Romé de l'Isle, en a figuré un bon nombre dans son Traité de la chaux carbonatée (Londres, 1808).

» Je ne m'occuperai ici que de celles où le rhomboèdre $e^1 (11\bar{1})$ et le scalénoèdre $d^2 (20\bar{1})$ réunis sont les formes dominantes.

» J'ai observé sur ces cristaux, remarquables par leur netteté, le poli de leurs faces principales et leur limpidité.

» 1° Parmi les formes connues et communes :

» Le primitif $p(100)$, le prisme $e^2(11\bar{2})$, le rhomboèdre inverse $b^1(110)$, les rhomboèdres directs $e^4(4\bar{1}\bar{1})$, $e^3(3\bar{1}\bar{1})$, le rhomboèdre inverse $e^1(11\bar{1})$, les scalénoèdres directs $b^6(610)$, $b^5(510)$, $b^4(410)$ et $b^2(210)$, le scalénoèdre direct $d^2(20\bar{1})$ et le scalénoèdre inverse $e_{\frac{1}{2}}(12\bar{2})$;

» 2° Parmi les formes connues, mais plus rares :

» Le rhomboèdre inverse $e^{\frac{11}{6}}(6.6.\overline{11})$, les scalénoèdres directs $d^{\frac{7}{4}}(70\bar{4})$, $d^{\frac{5}{3}}(50\bar{3})$, $d^{\frac{3}{2}}(30\bar{2})$ et le rhomboèdre inverse $\left(d^{\frac{1}{3}}d^1b^{\frac{1}{2}}\right)=(13\bar{2})$ noté du signe γ par M. Des Cloizeaux.

» Outre ces dix-sept formes déjà connues, j'ai pu déterminer les formes nouvelles suivantes :

» Les scalénoèdres directs $b^{\frac{9}{2}}(920)$, $b^{\frac{10}{3}}(10.3.0)$, $b^{\frac{17}{6}}(17.6.0)$, $b^{\frac{13}{6}}(13.6.0)$ et $b^{\frac{7}{4}}(740)$; et un rhomboèdre direct $e^{\frac{19}{6}}(19.\bar{6}.\bar{6})$. Notons, en passant, que Sella fait mention d'un rhomboèdre voisin de celui-ci, savoir $e^{\frac{20}{6}}(20.\bar{6}.\bar{6})$.

» Enfin, je signalerai un scalénoèdre inverse, qui, bien qu'indiqué par Haüy comme existant sur des cristaux de calcite du Hartz et noté par lui du chiffre 2 dans la variété cristallographique qu'il désignait sous le nom d'*Amblytère*, semble avoir échappé aux cristallographes français. Mais il a été signalé par M. Francesco Sansoni dans son Mémoire sur les formes cristallines de la calcite d'Andreasberg (1884). Outre la mention que M. Sansoni fait de la description d'Haüy (voir l'Atlas du *Traité de Minéralogie* d'Haüy, *fig.* 141, *Pl. XIX*), ce savant cite encore la forme dont il s'agit sur des cristaux d'Andreasberg (*Miniera Felicitas* et *Miniera Gnade Gottes*); mais il ne donne aucune mesure d'angles à cause du mauvais état des faces (*poco sviluppate, puntegiatte, semi opache*); il ne donne pas davantage de figure des combinaisons qu'il cite. Comme il est dit plus loin, Haüy avait fourni les incidences de ces faces. J'ai retrouvé très constamment ce scalénoèdre sur les cristaux de Couzon du type dominant e^1d^2, ordinairement à l'état de très petites faces, déjà pourtant discernables à l'œil nu, mais très visibles à la loupe, et accompagnées des faces $e_{\frac{1}{2}}$. Quelques cristaux, où il s'est trouvé plus développé, m'ont donné de bonnes mesures et m'ont permis, par suite, d'en calculer la notation.

» Ces diverses formes nouvelles appartiennent à des zones étudiées. L'emploi des formules des faces tantozonales m'a conduit pour le scalé-

noèdre 2 d'Haüy à la notation $\left(d^{\frac{1}{287}} d^{\frac{1}{851}} b^{\frac{1}{713}}\right) = (851.287.\overline{713})$. Je lui substitue, avec une différence de quelques minutes, la notation plus simple $\left(d^{\frac{1}{2}} d^{\frac{1}{6}} b^{\frac{1}{5}}\right) = (62\overline{5})$ ou, en Bravais, $(4.7.\overline{11}.3)$ et, en Naumann, $-\frac{11}{3} r \frac{11}{4}$. Signalons, en passant, une erreur de M. Sansoni, qui, page 505 de son Mémoire, note cette forme $r \frac{11}{3} = (7.21.\overline{11}.3)$. Je représente, pour abréger, cette face par la lettre k.

» Parmi les formes rares citées plus haut, deux méritent une mention spéciale. L'une d'elles, $e^{\frac{11}{6}}$, n'a été indiquée que par Hessenberg, sous le symbole très voisin $e^{\frac{31}{17}}$, sur un cristal de Bleiberg, en Carinthie (*Manuel de Minéralogie* de M. Des Cloizeaux, t. II, p. 106); elle a été retrouvée par M. Des Cloizeaux sur des cristaux de quartz du Brésil, du Dauphiné, du Valais et de Traverselle (*Mémoire sur la cristallisation et la structure intérieure du quartz*, p. 32). L'autre $\left(d^{\frac{1}{3}} d^{1} b^{\frac{1}{2}}\right) = 8$, de M. Des Cloizeaux, très constante sur les cristaux de Couzon, de la combinaison dominante $e^{1} d^{2}$, forme une bordure étroite entre e^{1} et d^{2}, striée parallèlement à l'intersection de ces deux faces.

» Les faces p, e^{3}, e^{1}, d^{2}, k et $e_{\frac{1}{2}}$ sont nettes et miroitantes, ainsi que $e^{\frac{19}{6}}$; les faces b sont toutes presque toujours plus ou moins finement striées parallèlement à leurs intersections mutuelles; la face e^{4}, très étroite et toujours striée parallèlement à son intersection avec e^{3}, n'est déterminable que par la considération des zones; la face $e^{\frac{11}{6}}$ est un peu ondulée; les faces $d^{\frac{7}{4}}$, $d^{\frac{5}{3}}$ et $d^{\frac{3}{2}}$ donnent d'assez bonnes incidences; enfin e^{2} présente des surfaces fort irrégulières.

Angles principaux des faces ci-dessus.

	Calculés.	Mesurés.	Observations.
$pb^{\frac{9}{2}}$	171°.14′	171°. 7′	
$pb^{\frac{10}{3}}$	164.57	164.52	
$pb^{\frac{17}{6}}$	162.41	162.48	
$pb^{\frac{13}{6}}$	158.17	158.16	
$pb^{\frac{7}{4}}$	154.21	154. 5	
$pe^{\frac{19}{6}}$	150.28	150.28	
pe^{3}	148.54	148.54	Sur une macle suivant a^{1}.

	Calculés.	Mesurés.	Observations.
pd^2	150°.58′	151°. 6′	Sur une macle suivant a^1.
$pd^{\frac{7}{4}}$	147. 3	147. 2	Id.
$e_{\frac{1}{2}}e_{\frac{1}{2}}$	92. 9	91.49	Sur e^4.
kk	105.56	106.10	Sur e^4 Haüy a donné 106° 13′ 30″.
d^2d^2	144.24	144.21	Sur e^4.
$ke_{\frac{1}{2}}$	173. 7	173. 3	
$d^2e_{\frac{1}{2}}$	153.52	153.55	
kd^2	160.46	160.55	Adjacent.
kd^2	125.10	125.10	Sur e^4.
kk	140.17	139 56	Sur e^1 Haüy a donné 139° 52′ 50″.
$ke^{\frac{11}{6}}$	155.13	155.21	
e^3d^2	160.36	160.31	
$e^3\delta$	144.22	144. 4	
e^3e^1	122.55	122.52	
$d^2\gamma$	163.26	163.33	
δe^1	158.53	158.48	
$\delta\delta$	137.46	137.36	Sur e^1

Angles d'une macle suivant a^1.

$p\bar{p}$	89.13	89.31
e^3e^{-3} ...	151.33	151.37

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les hautes pressions atmosphériques du mois de janvier* 1896. Note du P. M. **Dechevrens.**

« Observatoire Saint-Louis (Jersey), 5 février 1896.

» Les hautes pressions atmosphériques qui, depuis un mois, règnent sur l'Angleterre, la France et le centre de l'Europe, ne peuvent manquer d'attirer l'attention des météorologistes. A l'observatoire Saint-Louis de Jersey (île de la Manche), la pression moyenne pour le mois de janvier s'est élevée à $766^{mm},12$ à l'altitude de 55^m, et à $771^{mm},32$ au niveau de la mer; la plus grande hauteur barométrique, pendant cette longue période, $784^{mm},93$ au niveau de la mer, a été enregistrée le 30 à 9^h m.

» J'ai essayé d'assigner les circonstances qui ont pu donner lieu à un

déplacement si persistant du maximum de pression localisé normalement sur l'Atlantique près des Açores. Je crois pouvoir démontrer que ce fait se reproduit périodiquement en janvier, à peu près tous les dix-neuf ans, sous l'action combinée du Soleil et de la Lune, celle-ci étant alors dans les conditions de distance à la Terre et de déclinaison qui entraînent pour elle un minimum de force attractive.

» L'influence de la Lune sur le baromètre ne fait plus de doute aujourd'hui; ce qu'on sait peut-être moins, c'est que les variations de sa puissance attractive produisent, dans la pression atmosphérique, une variation de sens contraire; le baromètre baisse à mesure que la distance de notre satellite, au centre de la Terre et à l'équateur, diminue. Du moins, c'est ce que m'a montré l'étude d'une longue série d'observations barométriques faites à Paris depuis l'année 1757, mise en ordre et publiée par M. Renou, dans les *Annales du Bureau central météorologique de France*, t. I, année 1880.

» Les attractions différentielles du Soleil et de la Lune sont proportionnelles au cube de leurs diamètres apparents. Le calcul par la formule de Laplace, pour déterminer le coefficient de la marée, m'a indiqué que les années 1884-85 ont été celles du maximum de l'action combinée des deux astres, et les années 1894-95 celles du minimum. Admettant que l'action sur l'atmosphère n'est pas plus instantanée que sur la mer, qu'il lui faut de quatre à cinq semaines pour avoir son plein effet, je trouve pour les distances à la Terre de notre satellite en particulier, en décembre 1884 et 1895, les valeurs suivantes : 380941^{km} et 387352^{km}. En décembre 1895, la Lune était donc, en moyenne, d'un rayon terrestre plus éloignée de nous qu'en décembre 1884. De ce chef, l'intensité de son attraction différentielle aux deux époques, était dans le rapport de 95 à 100. Si l'on fait intervenir les déclinaisons de l'astre, le rapport est plus faible encore, 92 à 100. Quant aux actions combinées du Soleil et de la Lune, elles furent, dans ces circonstances, dans le rapport de 96 à 100. Il était donc naturel d'attendre de fortes pressions en janvier 1896. Je le prouve par des moyennes générales.

» Pour atténuer l'effet des anomalies inévitables, dans une longue série d'observations relatives à un phénomène dépendant de causes très diverses, j'ai partagé les sept séries de moyennes mensuelles de la hauteur du baromètre à Paris, correspondant à sept révolutions du cycle de dix-neuf années dit de Méton, en quatre groupes comprenant le 1er, le 2e et le 4e, chacun cinq années; le 3e, quatre seulement. Je ne donne ici que ce qui regarde le mois de janvier.

Hauteur du baromètre en janvier dans le cycle de Méton.

1re époque. — Minimum de l'action des astres.....	758,04 mm (35 mois)
2e époque. — Action croissante..................	57,13 (35 mois)
3e époque. — Maximum de l'action..............	55,40 (28 mois)
4e époque. — Action décroissante...............	56,60 (35 mois)

» Si la série des observations barométriques de Paris depuis 1757, telle que l'a préparée et publiée le météorologiste consciencieux qu'est M. Renou, est acceptable, les résultats de l'étude que j'en ai faite sont loin d'être dénués d'intérêt et de valeur; il semble même qu'ils peuvent avoir une grande portée au point de vue de la prévision du temps à longue échéance.

» Les hautes pressions qui ont régné en janvier et au commencement de février n'ont pas été, dans nos contrées, accompagnées de froids, et cela aussi bien par les vents d'est et nord-est que par ceux d'ouest et sud-ouest. Pourquoi? D'après les idées que j'ai exposées à plusieurs reprises sur les rapports de la température de l'air avec la pression dans les tourbillons atmosphériques, toutes les fois que l'air sur une contrée prend un mouvement franchement divergent ou de dispersion, il y a refroidissement; si son mouvement est convergent ou de concentration, il y a réchauffement. Or, pendant toute la période en question, la France, en particulier, s'est trouvée presque sous la verticale du maximum des hautes pressions; l'air, descendant avec lenteur, ne présenta habituellement qu'un mouvement également lent vers l'extérieur; il était produit plutôt par l'écrasement de la surcharge que par un véritable appel du dehors. Il ne se produisait pas, à proprement parler, de dispersion, il n'y eut pas de froid résultant. Par contre, cette dispersion avait lieu dans l'est de l'Europe, vers les vastes surfaces de l'Asie, et les froids ont été le partage de la Russie, de la Pologne et de la Hongrie, quoique la pression y fût moins élevée que dans nos contrées plus occidentales.

» Puisque je viens de parler de la série des observations du baromètre faites à Paris depuis 1757, qu'on me permette encore d'y signaler l'existence d'une variation à très longue période. Si l'on fait, par exemple, la courbe de la variation des moyennes quinquennales de chacune des quatre époques dans lesquelles j'ai cru pouvoir partager les 19 années du cycle de Méton tout le long de la série, on rencontre, vers 1780, un maximum bien caractérisé, $758^{mm},8$; la courbe descend ensuite sans de trop grandes irrégularités jusqu'au minimum moyen de $755^{mm},2$ vers l'année

1843, pour remonter ensuite même assez rapidement jusqu'à notre époque actuelle. Entre le maximum et le minimum, 63 années environ se seraient écoulées, de sorte que la variation ne serait achevée qu'en cent vingt-six ans approximativement.

» Je ne vois pas, pour le moment, à quelle cause cosmique, solaire ou lunaire, on pourrait rattacher cette intéressante et importante variation de la pression atmosphérique. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 février 1896.

(*Suite.*)

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie. 31 janvier 1896. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 28 janvier 1896. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin zoologique de France pour l'année 1895. Paris, 1895; 1 vol. in-8°.

Ville d'Angers. Congrès scientifique à l'occasion de l'Exposition nationale de 1895. Angers, Germain et Grassin, 1895; 1 vol. in-8°.

Sur les travaux géodésiques en Sibérie et dans les pays limitrophes, par le général Koversky. Saint-Pétersbourg, 1896; 1 vol. in-4° avec Carte.

Der thermische Aufbau der Klimate aus den Warmewirkungen der Sonnenstrahlung und des Erdinneren, von Dr. W. Zenker (Berlin). Halle, 1895; in-4°. (Présenté par M. Marey.)

Julius Plückers gesammelte wissenschaftliche Abhandlungen. Leipzig, 1896; gr. in-8°.

Atti della R. Accademia dei Lincei, anno CCLXXXVII. 1890. *Memorie della classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali*. Volume VII. Roma, 1894; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 février 1896.

Géologie de l'Indo-Chine, par M. A. Petiton, ancien Ingénieur chef du Service des mines en Cochinchine. Paris, Imprimerie nationale, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. N° 2. 30 janvier 1896. Paris, G. Carré; in-4°.

Ministère de l'Agriculture. Bulletin. Documents officiels. Statistique. Rapports. Comptes rendus de missions en France et à l'Étranger. Paris, Imprimerie nationale, décembre 1895; in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe. Février 1896. Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société internationale des Électriciens. Janvier 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. gr. in-8°.

Journal de la Société nationale d'Horticulture de France. Janvier 1896. Paris, L. Maretheux; 1 fasc. in-8°.

La Nature. Revue des Sciences et de leurs applications aux arts et à l'industrie. Rédacteur en chef : Gaston Tissandier. 8 février 1896; 1 fasc. gr. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 4 février 1896. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société chimique de Paris. Paris, G. Masson; in-8°.

Ligue nationale contre l'alcoolisme. Bulletin de la Société française de tempérance. Année 1895. N° 4. Paris, Asselin et Houzeau; in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du professeur Dr M. Menzbier. Année 1895. N° 2. Moscou, 1895; in-8°.

Catalogue of scientific Papers (1874-1883) *compiled by the Royal Society of London*. Vol. XI. London, C. J. Clay and sons, 1896; in-4°.

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen der Landesstationen in Bosnien-Hercegovina im Jahre 1894. Wien, 1895; in-4°.

Rivista di artiglieria e genio. Gennaio (Volume I). Roma, 1896; in-8°.

Bergens Museums Aarbog for 1894-95. *Afhandlinger og Aarsberetning udgirne af Bergens Museum*. Bergen, 1896; gr. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 février 1896.

Géologie de l'Indo-Chine, par M. A. Petiton, ancien ingénieur chef du service des mines en Cochinchine. Paris, Imprimerie nationale, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. N° 2. 30 janvier 1896. Paris, G. Carré; in-4°.

Ministère de l'Agriculture. Bulletin. Documents officiels. Statistique. Rapports. Comptes rendus de missions en France et à l'étranger. Paris, Imprimerie nationale, décembre 1895; in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe. Février 1896. Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société internationale des Électriciens. Janvier 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. gr. in-8°.

Journal de la Société nationale d'Horticulture de France. Janvier 1896. Paris, L. Maretheux; 1 fasc. in-8°.

La Nature. Revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie. Rédacteur en chef : Gaston Tissandier. 8 février 1896; 1 fasc. gr. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 4 février 1896. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France. Paris, G. Masson; in-8°.

Ligue nationale contre l'alcoolisme. Bulletin de la Société française de tempérance. Année 1895. N° 4. Paris, Asselin et Houzeau; in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du professeur Dr M. Menzbier. Année 1895. N° 3. Moscou, 1895; in-8°.

Catalogue of scientific Papers (1874-1883) compiled by the Royal Society of London. Vol. XI. London, C. J. Clay and sons, 1896; in-4°.

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen an den Landesstationen in Bosnien-Hercegovina im Jahre 1894. Wien, 1895; in-4°.

Rivista di artiglieria e genio. Gennaio (Volume I). Roma, 1896; in-8°.

Bergens Museums Aarbog for 1894-95. Afhandlinger og Aarsberetning udgivne af Bergens Museum. Bergen, 1896; gr. in-8°.